



HAL
open science

Végétation aquatique : répartition, problèmes actuels - analyse d'une enquête sur la prolifération des végétaux aquatiques en France

Isabelle Desmoulins

► **To cite this version:**

Isabelle Desmoulins. Végétation aquatique : répartition, problèmes actuels - analyse d'une enquête sur la prolifération des végétaux aquatiques en France. Sciences de l'environnement. 1987. hal-03797208

HAL Id: hal-03797208

<https://hal.inrae.fr/hal-03797208>

Submitted on 4 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

I.S.I.M

FILIERE SCIENCES ET TECHNIQUES

DE L'EAU

C.E.M.A.G.R.E.F.

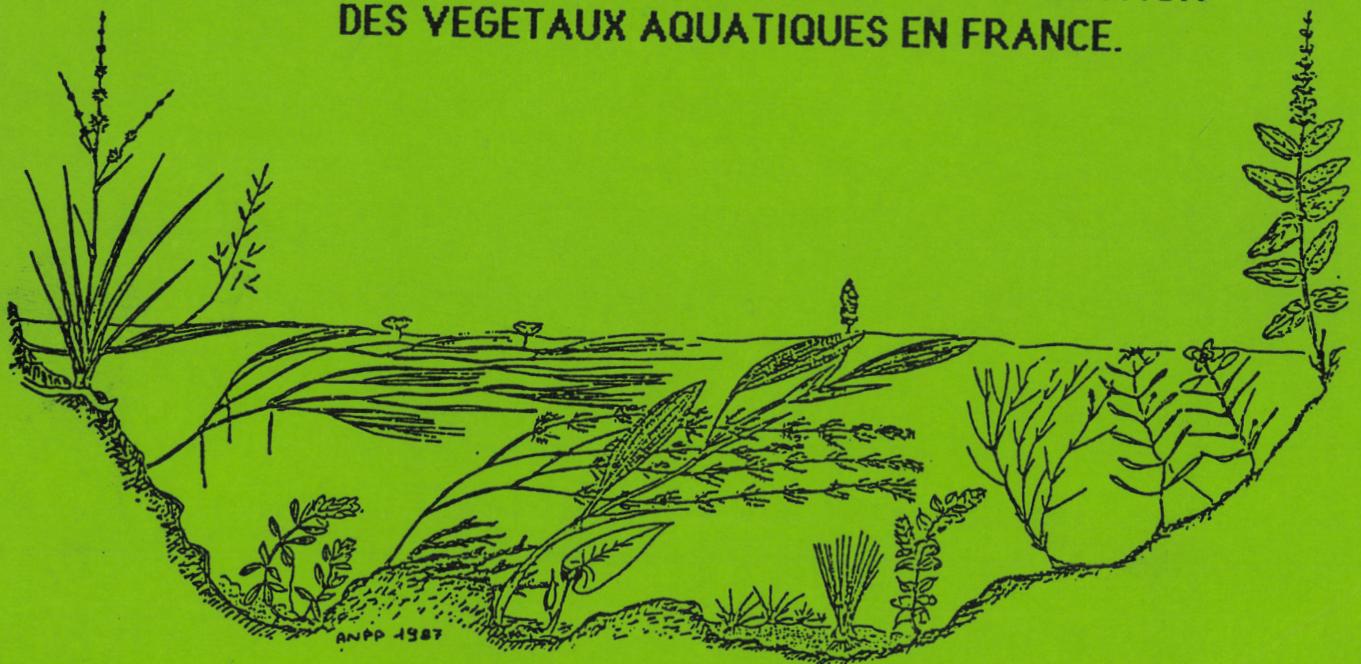
SECTION QUALITE DES EAUX

BORDEAUX

VEGETATION AQUATIQUE

REPARTITION , PROBLEMES ACTUELS.

ANALYSE D'UNE ENQUETE SUR LA PROLIFERATION
DES VEGETAUX AQUATIQUES EN FRANCE.



JUILLET-AOUT 1987

RAPPORT DE STAGE DE MAITRISE

ISABELLE DESMOULINS

FLORE AQUATIQUE -
CONTROLE DE LA VEGETATION

BX00001161

(rapport de stage)

87 pages

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : APERCU DE LA FLORE AQUATIQUE	3
1 - Les microphytes	3
2 - Les macrophytes	5
2.1 - Les algues	5
2.2 - Les hydrophytes	5
2.2.1 - Les plantes immergées	
2.2.2 - Les plantes à feuilles flottantes	
2.2.3 - Les plantes flottantes	
2.3 - Les héliophytes	7
Conclusion	12
DEUXIEME PARTIE : CARACTERISTIQUES DU MILIEU AQUATIQUE	15
1 - Le courant	15
1.1 - Les eaux courantes	15
1.2 - Les eaux stagnantes	17
2 - Influence de la profondeur	18
3 - Influence du substrat et de l'environnement	20
Conclusion	21
TROISIEME PARTIE : ROLE DE LA VEGETATION AQUATIQUE	23
1 - Rôle biologique	23
1.1 - Production primaire	23
1.1.1 - Généralités	
1.1.2 - Variations de productivité chez les macrophytes	

1.2 - Cycle des éléments nutritifs	25
1.3 - Biotope aquatique	26
1.3.1 - Support	
1.3.2 - Abris	
1.3.3 - Frayères	
2 - Rôle physico-chimique	27
2.1 - Oxygène	27
2.2 - Gaz carbonique	28
2.3 - Contrôles des échanges gazeux	28
2.4 - Lumière	28
2.5 - Evapotranspiration	28
3 - Rôle mécanique	29
4 - Rôle esthétique	29
Conclusion	30
QUATRIEME PARTIE : PROFILERATION DE LA VEGETATION AQUATIQUE	31
1 - Formes de prolifération	31
2 - Causes de la profilération	32
3 - Effets de la profilération - Nuisances	33
3.1 - Eaux stagnantes	33
3.1.1 - Evolution du plan d'eau	
3.1.2 - Evolution des caractères physico-chimiques	
3.1.3 - Modifications biologiques	
3.1.4 - Modifications de l'aspect	
3.2 - Eaux courantes	35
3.2.1 - Les torrents	
3.2.2 - Les rivières lentes	
3.2.3 - Les canaux	
3.3 - Nuisances vis-à-vis de la navigation	36
4 - Contrôle de la végétation aquatique	37
4.1 - Moyens de lutte mécanique	39
4.1.1 - Faucardage - Récolte	

4.1.2 - Curage	
4.1.3 - Mise en assec	
4.2 - Moyens de lutte biologique	41
4.2.1 - Poissons	
4.2.2 - Oiseaux	
4.2.3 - Autres animaux	
4.3 - Moyens de lutte chimique	44
Conclusion	47

CINQUIEME PARTIE : ENQUETE SUR LA PROLIFERATION DES VEGETAUX
AQUATIQUES ET SON DEPOUILLEMENT

AQUATIQUES ET SON DEPOUILLEMENT	49
1 - L'enquête	49
1.1 - But de l'enquête	49
1.2 - Principe de l'enquête	50
1.2.1 - A qui s'adresse cette enquête	
1.2.2 - Présentation du questionnaire	
1.3 - Répartition géographique des réponses	51
2 - Résultats de l'enquête	54
2.1 - Dépouillement des résultats	54
2.1.1 - Saisie des données	
2.1.2 - Programmes élaborés	
2.2 - Exploitation des résultats	55
2.2.1 - Les milieux aquatiques	55
2.2.1.1 - Les lacs et étangs	57
a - Répartition géographique	
b - Superficie	
c - Usages	
d - Nuisances	
e - Impact des nuisances selon la superficie des lacs	
f - Gènes aux usages	

2.2.1.2 - Les retenues	61
a - Répartition géographique	
b - Superficie	
c - Usages	
d - Nuisances	
e - Impact des nuisances selon la superficie des retenues	
f - Gènes aux usages	
2.2.1.3 - Les rivières	65
a - Répartition géographique	
b - Largeur du lit	
c - Nuisances	
d - Impact des nuisances selon la largeur du lit	
2.2.1.4 - Les canaux	67
a - Répartition géographique	
b - Fonction des canaux	
c - Nuisances	
d - Impact des nuisances sur les fonctions des canaux	
2.2.2 - Les plantes aquatiques	69
2.2.2.1 - Répartition des plantes aquatiques	69
2.2.2.2 - Espèces rencontrées	70
2.2.2.3 - Plantes et milieux	71
2.2.2.4 - Plantes et nuisances	72
2.2.2.5 - Plantes et usages	73
2.2.3 - Le contrôle de la végétation aquatique	74
2.2.3.1 - Répartition des contrôles	74
2.2.3.2 - Proportion des contrôles dans un milieu donné	75
2.2.3.3 - Répartition des contrôles sur les hydrophytes et les algues filamenteuses	75
2.2.3.4 - Efficacité des contrôles	76
CONCLUSION GENERALE	77
BIBLIOGRAPHIE	79
ANNEXES	81

INTRODUCTION

Les eaux douces sont colonisées par une végétation aquatique très diversifiée, constituée d'algues et de végétaux supérieurs. Ces plantes s'adaptent aux conditions de vie des milieux aquatiques et ainsi se répartissent dans les biotopes.

Les végétaux aquatiques jouent des rôles multiples dans les écosystèmes, en particulier : production de matière, nourriture, support de vie et de ponte pour un certain nombre d'animaux. Leur biomasse peut être importante dans les plans d'eau de faible profondeur et dans leur zone de rives.

Cependant, la végétation aquatique peut devenir néfaste pour le milieu lorsqu'elle se développe excessivement. Cette prolifération a souvent des causes encore mal déterminées et désarme les gestionnaires des plans d'eau, des rivières et des canaux, qui ne connaissent pas, à ce jour, des moyens de lutte très efficaces contre la colonisation du milieu.

Devant l'ampleur du problème, le C.E.M.A.G.R.E.F. de Bordeaux a décidé d'entreprendre une étude sur la prolifération des végétaux aquatiques. L'ébauche de cette étude est constituée d'une enquête ayant pour objectif une meilleure analyse de la situation en France. Le dépouillement de l'enquête a fourni certains renseignements qui seront commentés dans ce rapport. Ce sondage est une bonne approche du problème ; il a permis de constater que de très nombreux milieux étaient touchés, et a mis en évidence des réalités parfois sous-estimées.

PREMIERE PARTIE

APERCU DE LA FLORE AQUATIQUE

Pendant l'été, les lacs, les étangs et les rivières sont des milieux colonisés par la végétation aquatique. Un caractère commun à toutes ces plantes réside dans leur exigence en eau ; l'eau, en effet, constitue le milieu ambiant lui-même et satisfait aux besoins élémentaires de l'appareil végétatif.

La flore aquatique comprend :

- Les microphytes
- Les macrophytes.

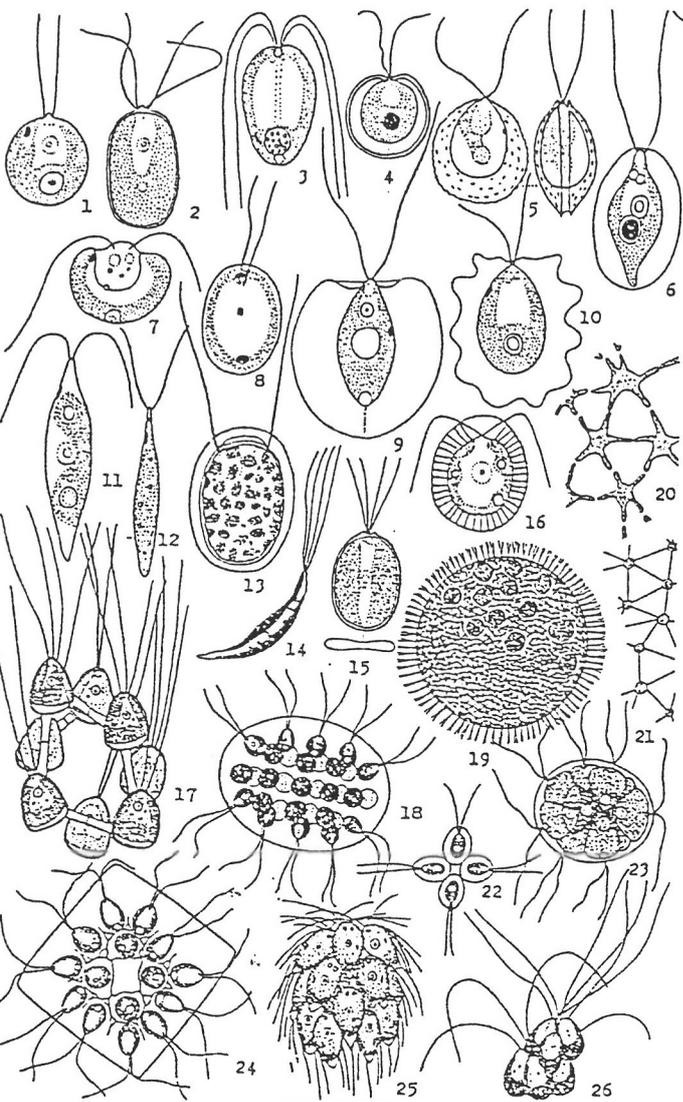
On notera dans cette première partie, un aperçu de la végétation aquatique des eaux douces illustré par quelques planches provenant des ouvrages suivants :

- Les plantes aquatiques - Revue ACTA par J. MONTEGUT
- Limnologie par B. DUSSART
- British water plants par S. HALAM and co.

1 - Les microphytes

Ce sont des végétaux microscopiques ; tous sont des algues vertes, brunes, bleues ou rouges qui peuvent être planctoniques, benthiques ou périphtiques. Elles sont très diversifiées de part leur forme, leur taille et leur mode de vie.

La planche N° 1 met en évidence la diversité des espèces chez les algues vertes (chlorophycées) et chez les diatomées (bacillariophycées). Les microphytes peuvent proliférer rapidement dans le milieu aquatique, y formant alors quelquefois des "soupes" d'algues appelées "Fleurs d'eau", colorant le plus souvent les eaux en vert.



Chlorophyceæ.

- | | |
|---|--|
| 1 : <i>Chlamydomonas simplex</i> . | 14 : <i>Spermatozopsis exultans</i> . |
| 2 : <i>Carteria klebsii</i> . | 15 : <i>Scherffelia dubia</i> . |
| 3 : <i>Pyramidomonas tetra-rhynchus</i> . | 16 : <i>Haematococcus pluvialis</i> . |
| 4 : <i>Coccomonas orbicularis</i> . | 17 : <i>Corone bohemica</i> . |
| 5 : <i>Phacotus lenticularis</i> . | 18 : <i>Eudorina elegans</i> . |
| 6 : <i>Sphaerellopsis fluviatilis</i> . | 19 : <i>Volvox aureus</i> . |
| 7 : <i>Heteromastix angulata</i> . | 20 : <i>Volvox globator</i> , détail. |
| 8 : <i>Mesostigma viride</i> . | 21 : <i>Volvox aureus</i> , détail. |
| 9 : <i>Pteromonas angulosa</i> . | 22 : <i>Gonium sociale</i> . |
| 10 : <i>Lobomonas sp.</i> | 23 : <i>Pandorina morum</i> . |
| 11 : <i>Chlorogonium elongatum</i> . | 24 : <i>Gonium pectorale</i> . |
| 12 : <i>Chlorogonium euchlorum</i> . | 25 : <i>Spondylomorūm quaternarium</i> . |
| 13 : <i>Glocomonas ovalis</i> . | 26 : <i>Pyrobotrys korsikovii</i> . |

Bacillariophyceæ.

- | | |
|---|---|
| : <i>Asterionella formosa</i> . | 16 : <i>Navicula cryptocephala</i> . |
| : <i>Asterionella gracillima</i> . | 17 : <i>Navicula rhynchocephala</i> . |
| : <i>Eunotia arcus</i> . | 18 : <i>Navicula viridula</i> . |
| : <i>Eunotia robusta</i> . | 19 : <i>Navicula atomus</i> . |
| : <i>Eunotia robusta v. tetraodon</i> . | 20 : <i>Pinnularia viridis</i> . |
| : <i>Eunotia triodon</i> . | 21 : <i>Pinnularia nobilis f. intermedia</i> . |
| : <i>Eunotia robusta v. triodon</i> . | 22 : <i>Pinnularia microstauron</i> . |
| : <i>Cocconeis pediculus</i> . | 23 : <i>Pinnularia microstauron v. biundulata</i> . |
| : <i>Cocconeis placentula</i> . | 24 : <i>Pinnularia gibba</i> . |
| : <i>Achnanthes minutissima</i> . | 25 : <i>Navicula gracilis</i> . |
| : <i>Rhoicosphenia curvata</i> . | 26 : <i>Navicula gastrum</i> . |
| : <i>Achnanthes lanceolata</i> . | 27 : <i>Navicula cuspidata</i> . |
| : <i>Amphipleura pellucida</i> . | 28 : <i>Amphora ovalis</i> . |
| : <i>Frustulia vulgaris</i> . | 29 : <i>Amphora ovalis v. gracilis</i> . |
| : <i>Stauroneis phoenicenteron</i> . | |

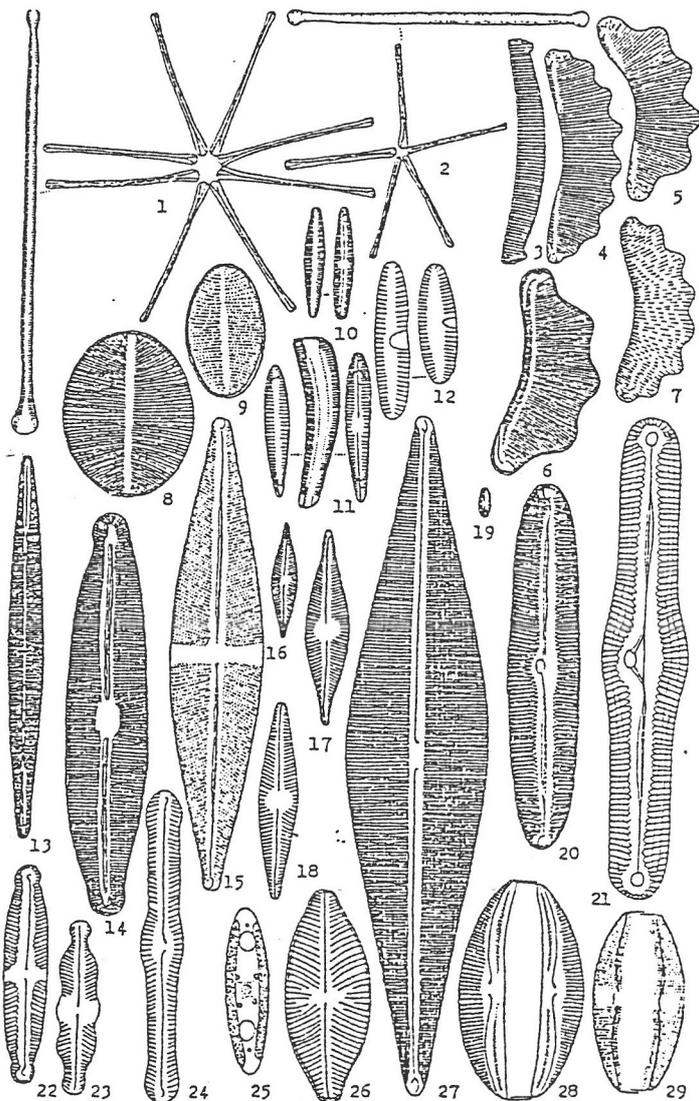


PLANCHE N°1

2 - Les macrophytes

Ce sont les végétaux macroscopiques qui comprennent certaines algues, les hydrophytes et les héliophytes.

2.1 - Les algues

Les algues de grande taille qui colonisent les milieux sont essentiellement les algues filamenteuses et les Characées (voir planche N° 2). Parmi les algues vertes on peut, par exemple, citer Cladophora, parmi les algues rouges, Batrachospermum moniliforme.

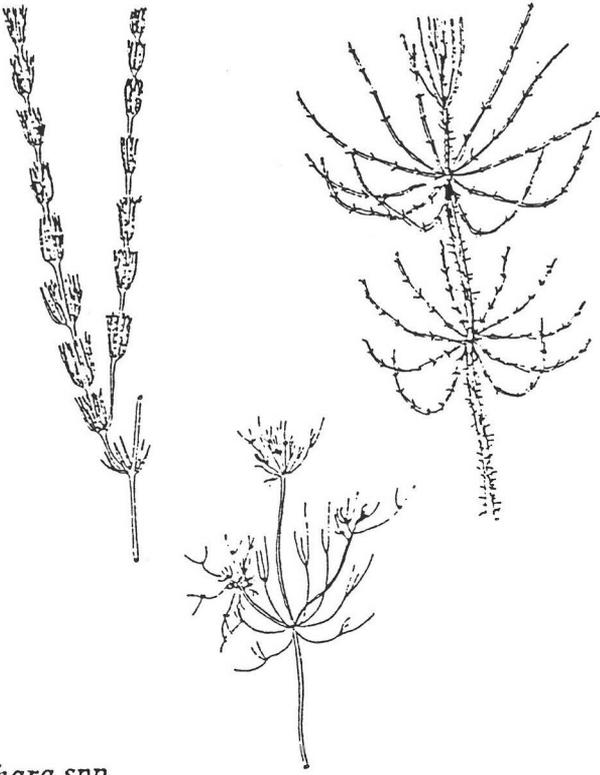
2.2 - Les hydrophytes

Ce sont des végétaux supérieurs qui développent la totalité de leur appareil végétatif sous l'eau ou à la surface. Ils sont soit fixés au fond, soit libres. Ces plantes sont généralement souples, peuvent onduler au gré des courants ou dériver. Certaines sont immergées, leurs tiges et leurs feuilles sont découpées en rubans ou lanières. D'autres flottent en surface avec leurs feuilles arrondies.

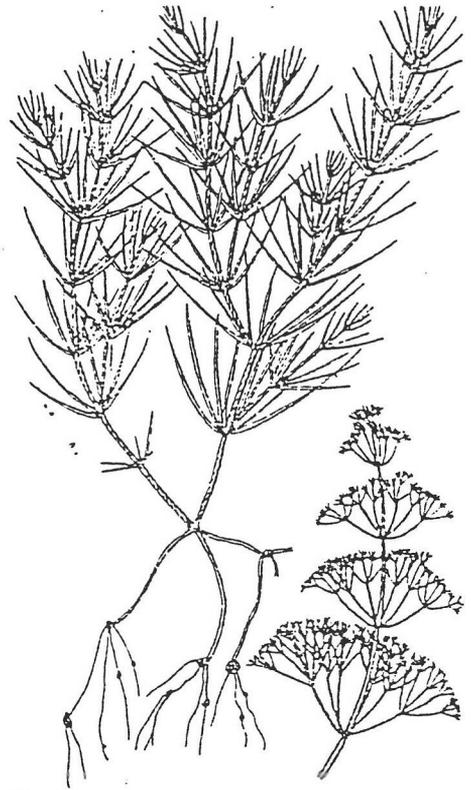
On différencie ainsi les plantes immergées des plantes à feuilles flottantes et des plantes flottantes.

2.2.1. - Les plantes immergées

Elles forment de véritables prairies au fond de l'eau.

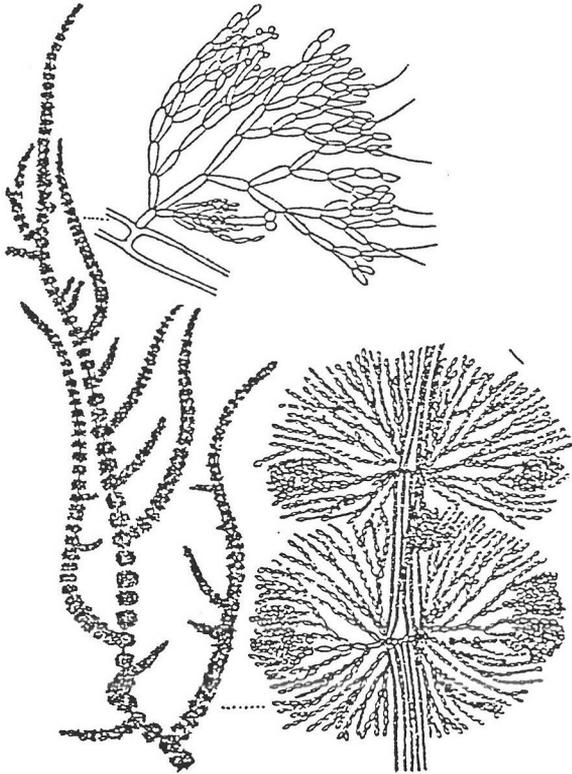


Chara spp.



Chara spp.

Nitella gracilis



Batrachospermum *moniliforme*

PLANCHE N°2

Les espèces sont nombreuses, citons :

- Ceratophyllum demersum,
- Myriophyllum spicatum,... (voir planche N° 3)
- Elodea canadensis
- Potamogeton perfoliatus
- Ranunculus fluitans,... (voir planche N° 3 verso)

2.2.2. - Les plantes à feuilles flottantes

Certaines variétés de plantes aquatiques ont des feuilles flottantes et élargies : des exemples types sont le Nénuphar Nuphar lutea et le Potamot Potamogeton natans (voir planche N° 4).

2.2.3. - Les plantes flottantes

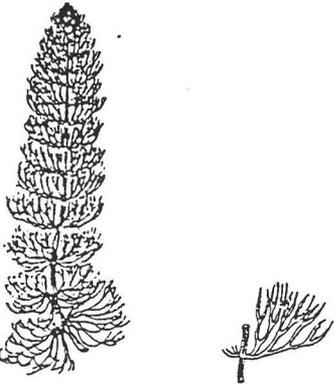
Elles ne sont pas fixées au substrat ; elles ont une capacité très importante de colonisation des milieux aquatiques. On peut citer :

- les lentilles d'eau Lemna minor, Lemna gibba, ...
- des petites fougères, Azolla (voir planche N° 4 verso)
- Hydrocharis morsus ranae

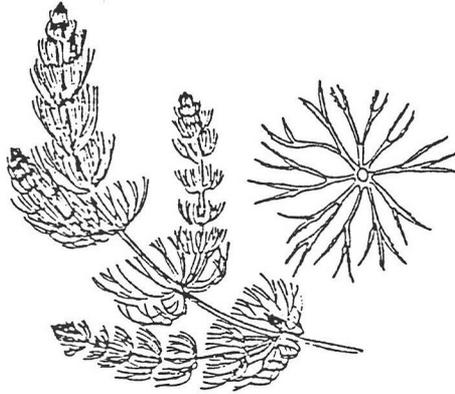
2.3 - Les hélophytes

Ce sont des végétaux qui développent un appareil végétatif et reproducteur totalement aérien ; leur appareil souterrain se situe souvent dans un substrat vaseux gorgé d'eau. Ils s'installent dans les zones de balancement des eaux et supportent bien l'exondation : les tiges et les feuilles sont dressées, linéaires et vertes.

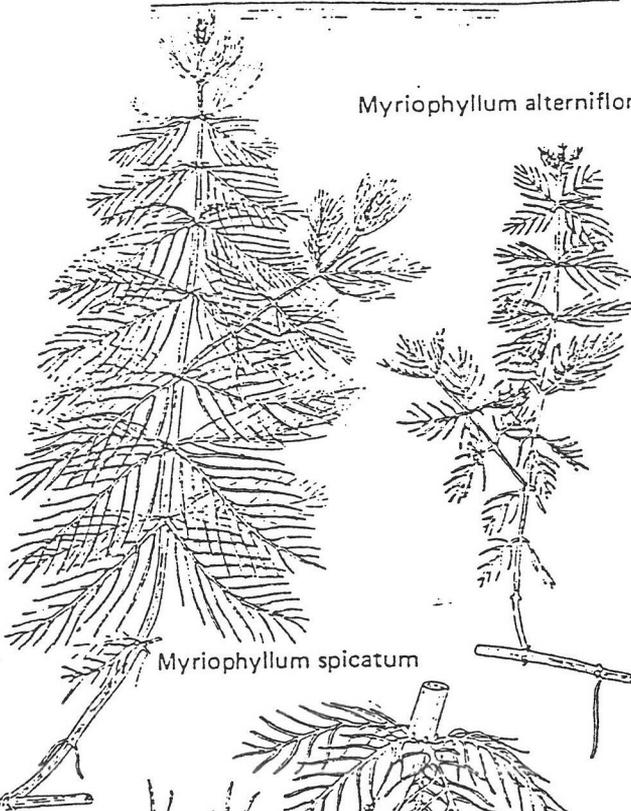
Ceratophyllum demersum



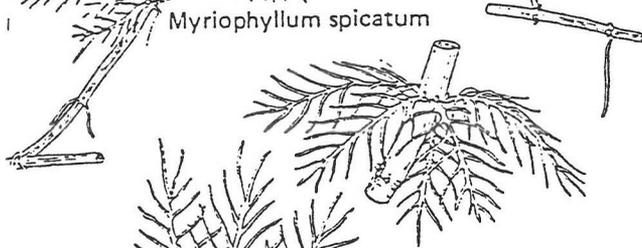
Ceratophyllum submersum



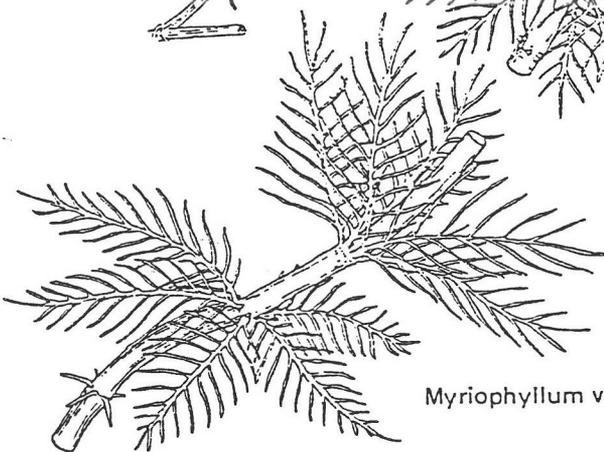
Myriophyllum alterniflorum

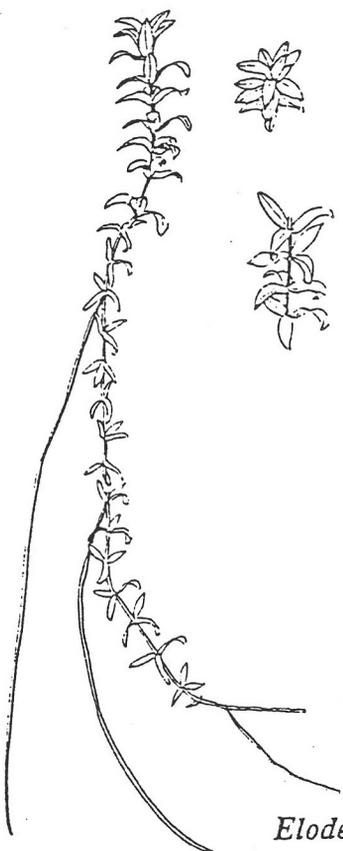


Myriophyllum spicatum

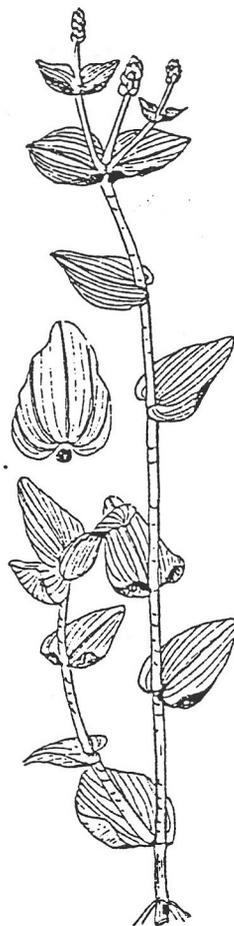


Myriophyllum verticillatum

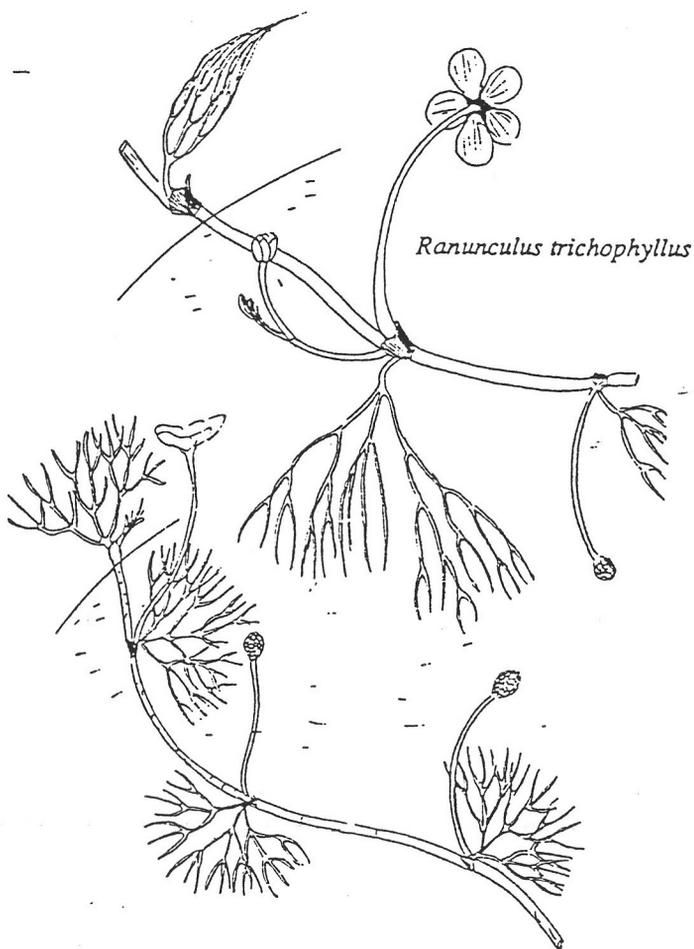




Elodea canadensis

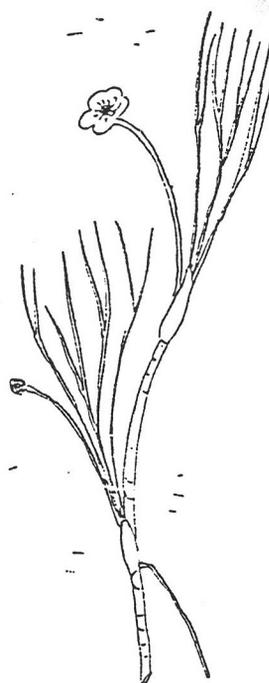


Potamogeton perfoliatus

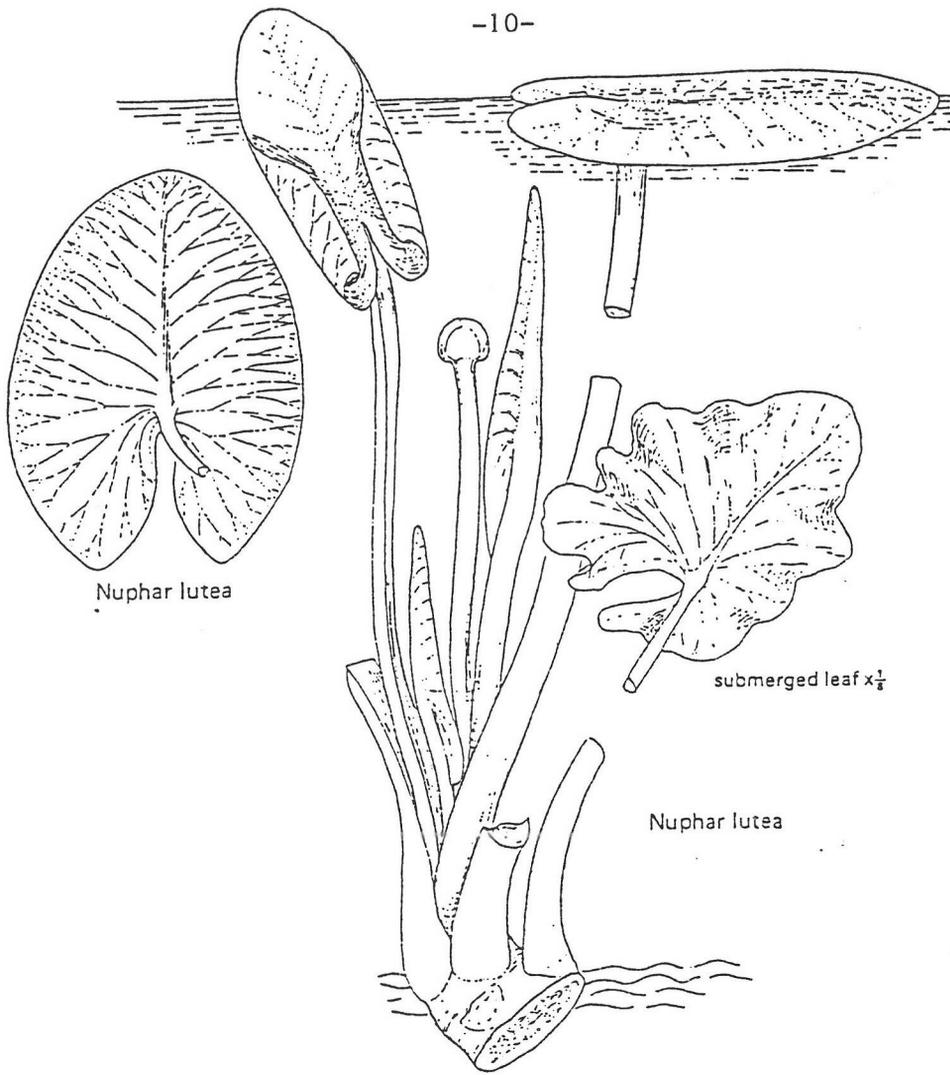


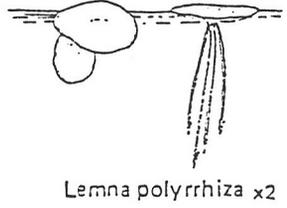
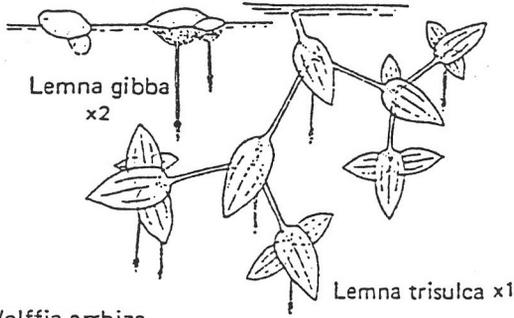
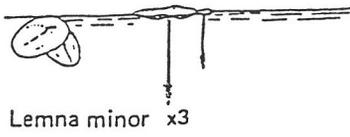
Ranunculus divaricatus

Ranunculus trichophyllus

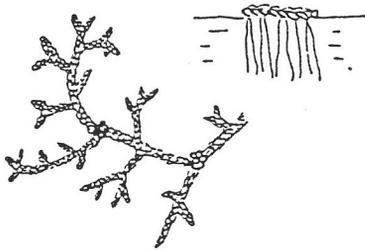


Ranunculus fluitans

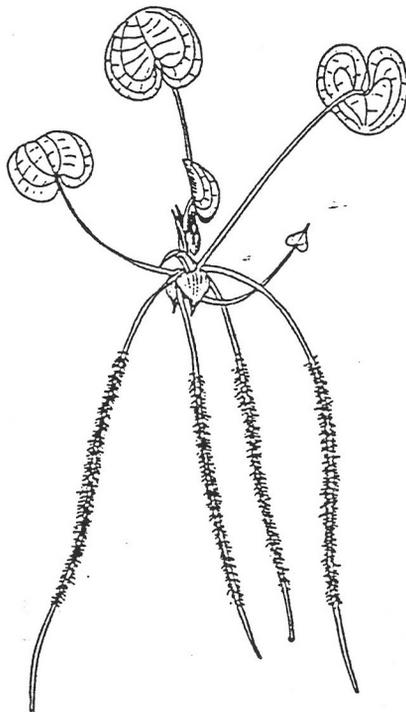




Azolla filiculoides



Hydrocharis morsus-ranae



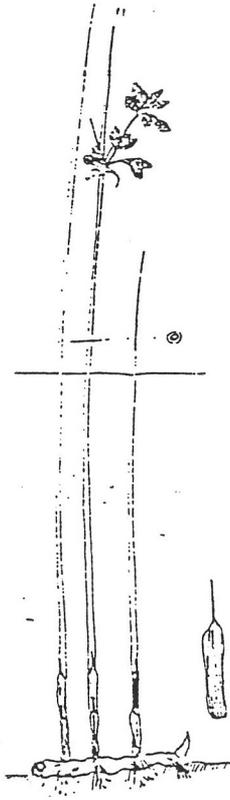
Parmi les hélophytes, on peut citer :

- Scirpus lacustris (planche n o 5)
- Alisma plantago aquatica
- Nasturtium officinale (planche n o 5 au verso)
- Sparganium erectum
- etc.

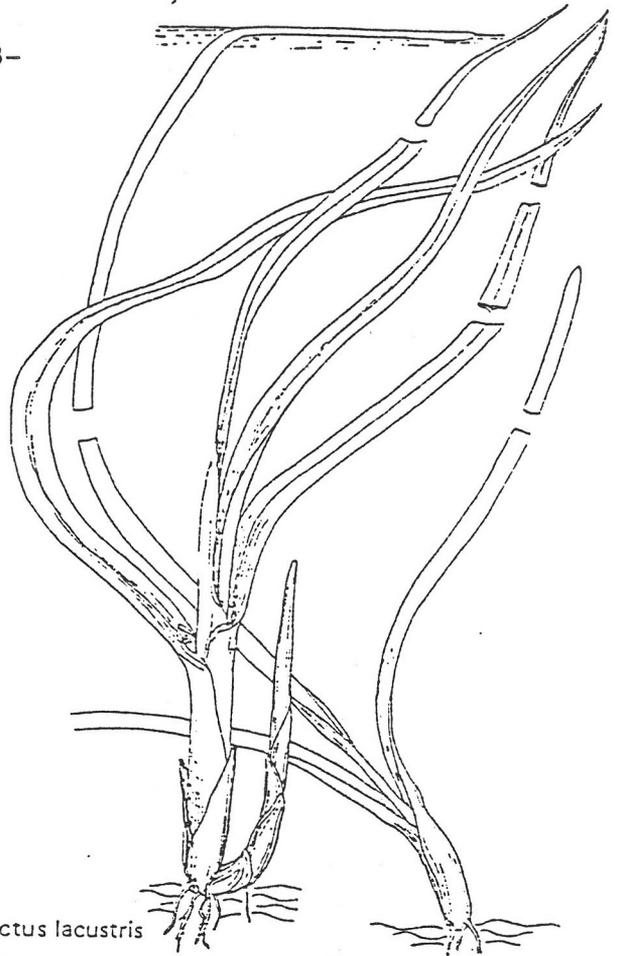
Conclusion

Ces quelques planches montrent la variété de formes des plantes aquatiques ; elles sont adaptées à la diversité de nature, de qualité et de fonctionnement des milieux.

Les espèces d'algues ou de phanérogames les colonisent en y occupant l'espace libre disponible sur les rives, les fonds et même en pleine eau, où peuvent croître algues planctoniques et macrophytes flottantes.



Scirpus lacustris



Schoenoplectus lacustris
submerged form

Sparganium minimum

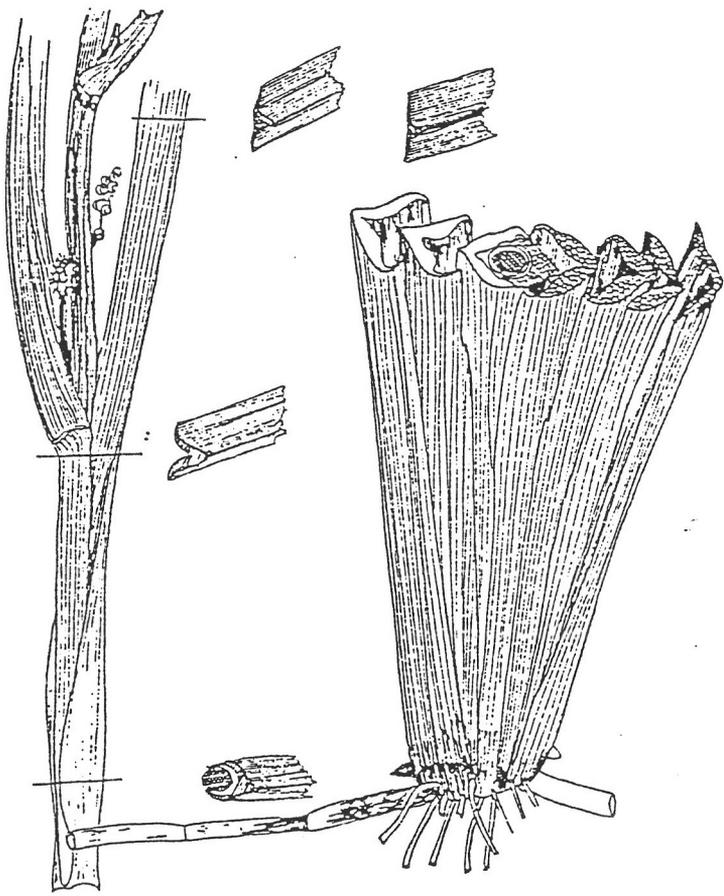


Alisma plantago-aquatica

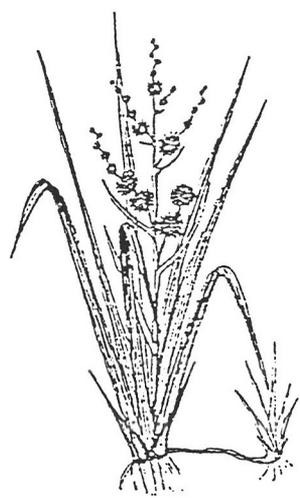
Nasturtium officinale



Sparganium erectum
= *S. ramosum*



Sparganium erectum



DEUXIEME PARTIE

CARACTERISTIQUES DU MILIEU AQUATIQUE

Un milieu aquatique se caractérise essentiellement par :

- La vitesse du courant
- La profondeur de l'eau
- L'influence du substrat et de l'environnement
- La richesse des eaux.

Tous ces critères déterminent une distribution, une sélection et une adaptation des plantes aquatiques dans le milieu.

Dans cette deuxième partie, on étudiera les principales caractéristiques du milieu aquatique.

1 - Le courant

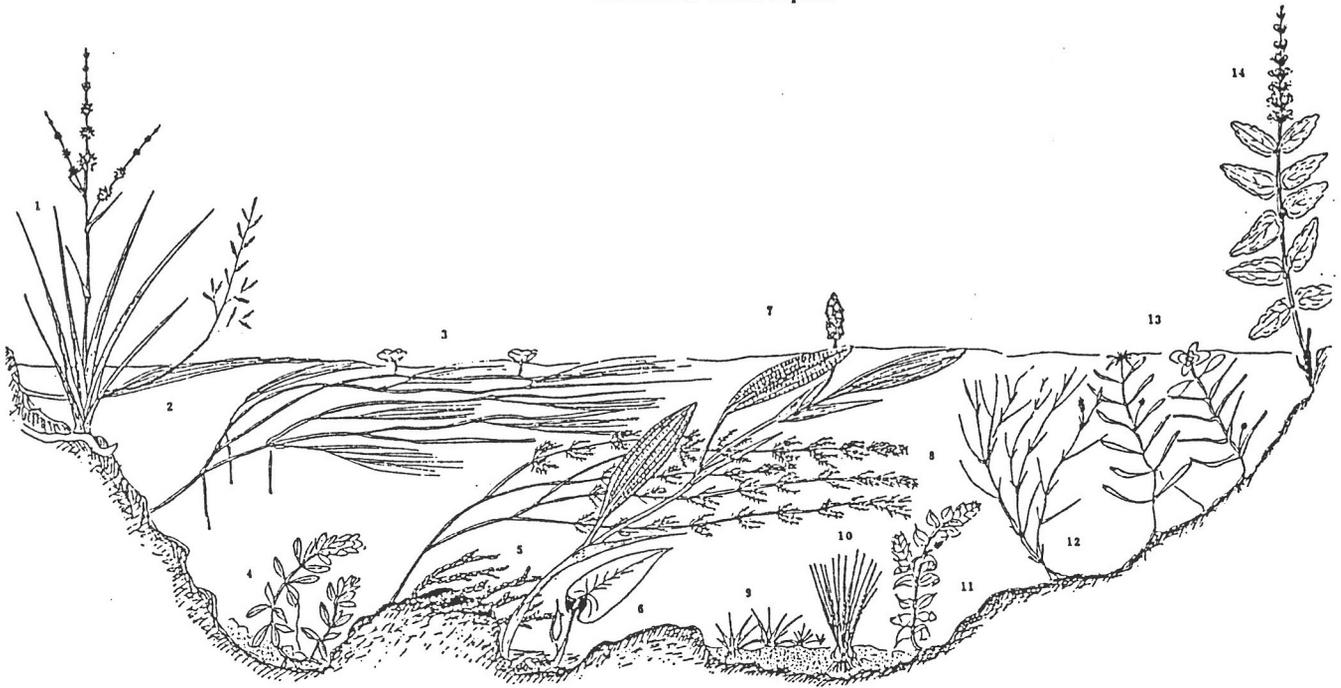
1.1 - Les eaux courantes

La vitesse du courant accentue les caractères adaptatifs classiques des espèces aquatiques : les tiges, les feuilles s'allongent et s'effilent. La floraison correspond à un ralentissement du courant. La bonne oxygénation de l'eau dans les forts courants favorise l'installation de certaines espèces.

Les eaux des torrents ne sont colonisées que par quelques plantes fixées, des algues résistantes. La vitesse du courant empêche la germination et l'installation des principales plantes enracinées.

PLANCHE N°6

Rivières à cours rapide

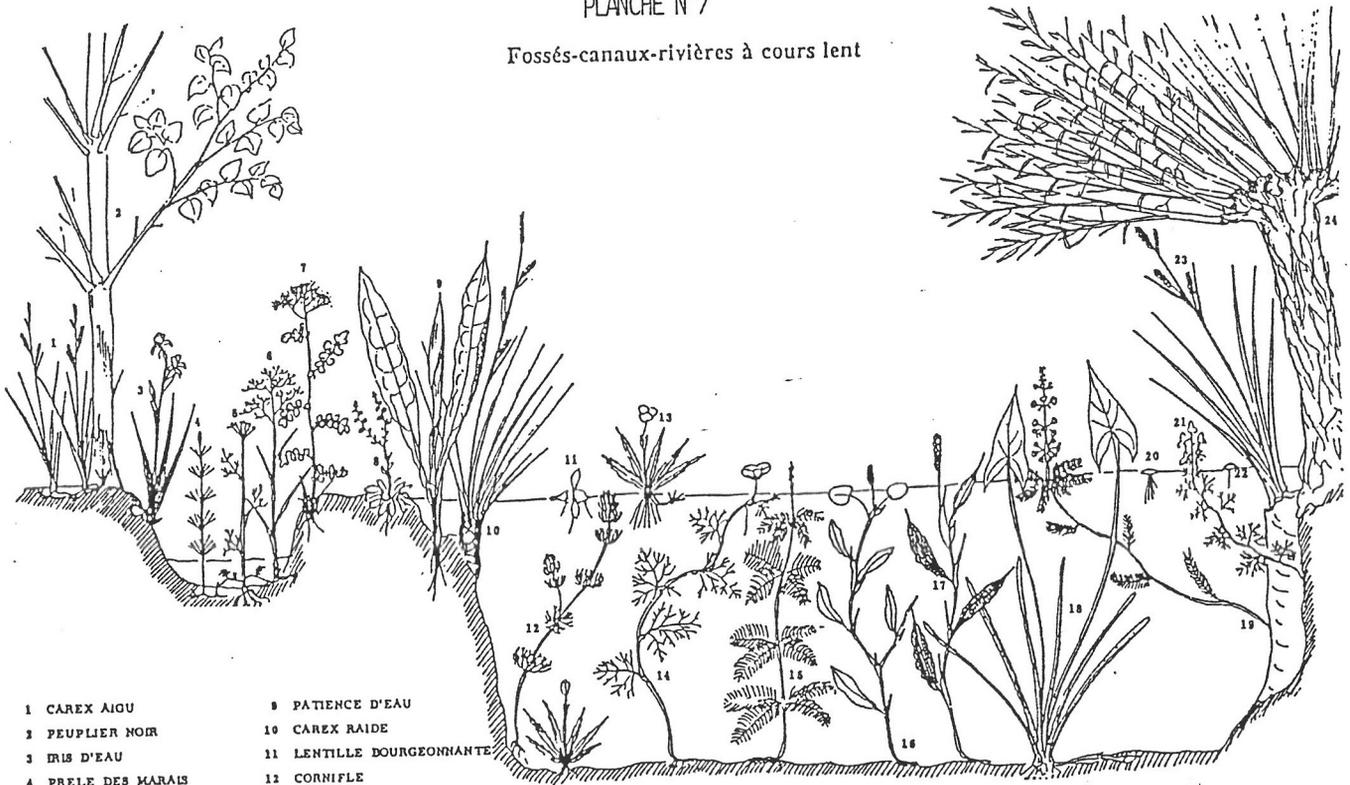


- | | | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1 RUDANIER | 5 FONTNELLE | 8 MYRIOPHYLLE A FLEURS ALTERNE | 11 POTAMOT A FEUILLES DENSES |
| 2 GLYCÉRIE FLOTTANTE | 6 NÉMPIAN JAUNE (NUPIAN) | 9 LITTORÈLLE DES MARAIS | 12 POTAMOT CHEVELU |
| 3 RENONCULE FLOTTANTE | 7 POTAMOT DES RIVIÈRES | 10 ISOÈTE LACUSTRE | 13 CALLITRICHES |
| 4 ÉLODÉE | | | 14 SALICABRE |

(ACTA 1987)

PLANCHE N°7

Fossés-canaux-rivières à cours lent



- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 1 CAREX AIGU | 9 PATIENCE D'EAU | 17 POTAMOT LUISANT | 20 LENTILLE A NOMBREUSES RACINES | 23 CAREX DES RIVES |
| 2 PEUPLIER NOIR | 10 CAREX RAIDE | 18 SAGITTAIRE | 21 UTRICULAIRE | 24 SAULE OSIER |
| 3 IRIS D'EAU | 11 LENTILLE DOURGEONNANTE | 19 MILLEFEUILLE AQUATIQUE | 22 LENTILLE MINUSCULE | |
| 4 PRELE DES MARAIS | 12 CORNIFLE | | | |
| 5 OENANTHE FISTULEUSE | 13 ALOES D'EAU | | | |
| 6 JONC SILVESTRE | 14 RENONCULE DIVARIQUÉE | | | |
| 7 REINE DES PRÉS | 15 MYRIOPHYLLE EN ÉPI | | | |
| 8 MYOSOTIS DES MARAIS | 16 POTAMOT A FEUILLE DE GRAMINÉES | | | |

(ACTA 1987)

Dans les fleuves et rivières, les espèces sont surtout des hydrophytes enracinés : renoncules, élodées, myriophylles.

Lorsque le courant est lent, la rivière s'enrichit en espèces ; on peut y voir des lentilles d'eau, des nénuphars.

Sur les berges, les hélophytes forment une mince frange plus développée dans les méandres.

Les planches n° 6 et n° 7 représentent les principales espèces et leur zonation respectivement dans les rivières à cours rapide et les rivières à cours lent.

1.2 - Les eaux stagnantes

Les eaux stagnantes des plans d'eau naturels comme les lacs et les étangs, et des plans d'eau artificiels comme les retenues favorisent le développement de nombreuses espèces. Déterminées par la profondeur des eaux, les ceintures de végétation sont nettes et riches en espèces. Selon la topographie, la nature du sol, les berges seront sableuses ou caillouteuses. Les zones à faible dénivellation sont plus ou moins marécageuses ou tourbeuses.

L'eau profonde est le domaine des hydrophytes libres jusqu'à 4 - 5 mètres de profondeur. Là, on trouve des peuplements de myriophylles, élodées, littorelles... En surface, flottent les lentilles d'eau ; elles se développent très rapidement et produisent lors de leur décomposition beaucoup de débris qui augmentent ainsi la quantité de vase.

Plus près des rives, apparaissent les hydrophytes fixés : leurs feuilles et fleurs viennent souvent flotter en surface, comme par exemple les nénuphars et les potamots nageants.

Le relèvement du fond est marqué par la présence d'hélophytes : les scirpes s'avancent le plus loin de l'eau. Sur les rives, la place est limitée et la colonisation de cet espace est compétitive : on y trouve des carex, des iris d'eau, des phragmites.

La planche N° 8 représente la zonation des groupements aquatiques dans les étangs.

Un des facteurs déterminants de la zonation reste la profondeur.

2 - Influence de la profondeur

Les plantes aquatiques, selon les groupements d'espèces et même selon les espèces requièrent des besoins différents en lumière. La quantité de lumière dans le milieu est d'autant plus faible que la profondeur est grande.

La profondeur à laquelle se trouvent les plantes immergées dépend de la transmission de la lumière à travers le volume d'eau ; celle-ci peut être affectée par la couleur, la turbidité, la composition physicochimique de l'eau, ainsi la zonation des espèces peut alors être modifiée. Les plantes immergées présentent des adaptations morphologiques et physiologiques à une lumière de faible intensité.

Les espèces benthiques forment des prairies immergées comme les littorelles ou les Characées. Dans les eaux très profondes, seul persiste le développement des bactéries qui assurent la décomposition de la matière organique sédimentée.

Les espèces littorales des étangs se succèdent par zonation caractéristique, selon la profondeur, soit en strates superposées depuis le fond jusqu'à la surface, soit en zones concentriques depuis le centre du plan d'eau jusqu'à sa périphérie.

Zonation des groupements aquatiques en étang

PRAIRIE HUMIDE

BENGES
SABLEUSES
EXONDÉES

CARICAIE ET
BALDINGERAIE

PHRAGMITAIE

TYPHAIE

SCIRPAIE

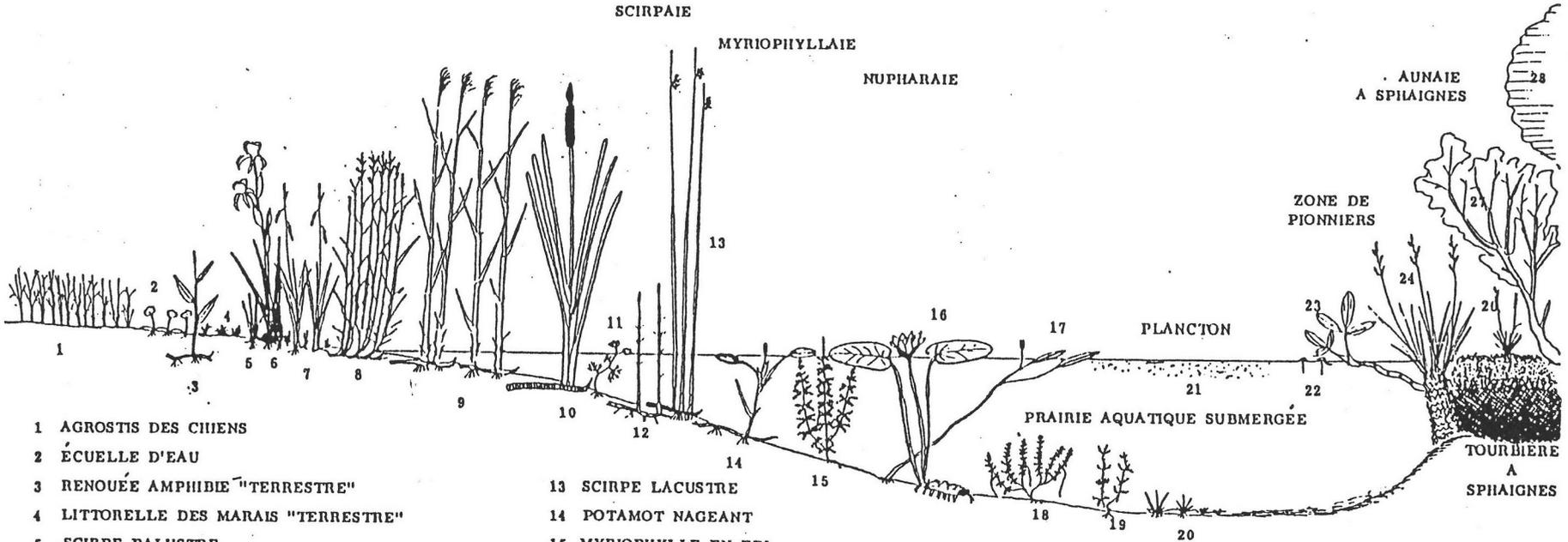
MYRIOPHYLLAIE

NUPHARAIE

SAUSSAIE RIVERAINE

AUNAIE
A SPHAIGNES

ZONE DE
PIONNIERS



- 1 AGROSTIS DES CHIENS
- 2 ÉCUELLE D'EAU
- 3 RENOUEE AMPHIBIE "TERRESTRE"
- 4 LITTORELLE DES MARAIS "TERRESTRE"
- 5 SCIRPE PALUSTRE
- 6 IRIS D'EAU
- 7 CAREX VESICULEUX
- 8 BALDINGÈRE FAUX ROSEAU
- 9 ROSEAU (PHRAGMITES)
- 10 MASSETTE A FEUILLE ÉTROITE
- 11 RENONCULE AQUATIQUE
- 12 PRÊLE AQUATIQUE

- 13 SCIRPE LACUSTRE
- 14 POTAMOT NAGEANT
- 15 MYRIOPHYLLE EN ÉPI
- 16 NÉNUPHAR BLANC (NYMPHEA)
- 17 RENOUEE AMPHIBIE "AQUATIQUE"
- 18 ELODÉE
- 19 NAIADÉ
- 20 LITTORELLE LACUSTRE "AQUATIQUE"
- 21 PLANCTON (ZOO ET PHYTO - PLANCTON)

- 22 LENTILLE D'EAU
- 23 TRÈFLE D'EAU
- 24 TOURADON DE CAREX EN PANICULE
- 25 SPHAIGNES
- 26 MOLINIE BLEUE
- 27 SAULE CENDRÉ
- 28 AUNE GLUTINEUX

(ACTA 1987)

3 - Influence du substrat et de l'environnement

La nature du substrat influe sur la richesse minérale des eaux, sur l'implantation des végétaux, donc sur la richesse floristique et la biomasse.

Sur les substrats siliceux et sableux, les eaux sont peu minéralisées, pauvres en azote et phosphore. La végétation y est rare et le plancton peu abondant ; ainsi les faibles consommations d'oxygène et l'accumulation en gaz carbonique favorisent l'insolubilisation du fer et laissent les eaux claires. Ce sont des eaux oligotrophes, le pH varie entre 5 et 6,5.

Sur les substrats marneux, les eaux sont bien minéralisées, riches en calcaire, azote et phosphore. La végétation aquatique et le plancton y sont abondants. L'appauvrissement en oxygène et l'enrichissement en gaz carbonique du milieu laissent le fer à l'état de carbonate ferreux et la couleur de l'eau est plus foncée. Ce sont des eaux eutrophes, le pH varie de 6,5 à 8.

Des milieux oligotrophes deviennent eutrophes par enrichissement en éléments minéraux et organiques provenant de l'activité agricole environnante. Ces milieux sont affectés aussi par les eaux résiduaires industrielles ou ménagères. Poussée à l'extrême, cette évolution atteint l'eutrophisation du milieu.

Conclusion

Des biotopes très variés hébergent les plantes aquatiques. Elles s'y adaptent en fonction du courant, de la profondeur, de la richesse des eaux et du substrat. Ces adaptations donnent lieu à de véritables distributions et zonations de la végétation aquatique.

TROISIEME PARTIE

ROLE DE LA VEGETATION AQUATIQUE

Les plantes aquatiques sont présentes dans toutes les sortes de milieux aquatiques. L'absence de végétation peut être due à un manque de lumière, un courant trop fort et traduit souvent un déséquilibre du milieu. Ainsi, les plantes aquatiques ont un rôle à la fois biologique, physicochimique, mécanique contribuant à l'équilibre de l'écosystème.

1 - ROLE BIOLOGIQUE

1.1 - Production primaire

1.1.1. - Généralités

Dans les biocénoses aquatiques, le rôle des organismes chlorophylliens est primordial : algues et végétaux supérieurs sont les producteurs primaires de la matière vivante, ils constituent le premier maillon des chaînes trophiques.

Les algues planctoniques ou benthiques servent de nourriture à tous les alevins et à quelques poissons adultes (Hotu, Gardon). Mais le consommateur essentiel est le zooplancton à la base de la chaîne alimentaire.

Des mollusques, crustacés et des larves d'insectes (Lépidoptères, Trichoptères) se nourrissent uniquement des plantes aquatiques immergées avant d'être mangés à leur tour par les poissons.

Quelques espèces de poissons (Brème, Gardon, Carpe, Tilapia, Cyprinidés asiatiques) sont réellement herbivores et consomment feuilles, tiges et graines des phanérogames.

Les touffes de callitriches, de myriophylles, de renoncules aquatiques, de potamots constituent une véritable réserve de nourriture pour les poissons.

De nombreuses bactéries épiphytes se nourrissent de la matière organique dissoute.

En fait, les macrophytes constituent jusqu'à 51 % de la production primaire des lacs, surtout en faible profondeur.

1.1.2. - Variation de productivité chez les macrophytes

La production primaire peut être évaluée avec une étude de poids sec de plantes par unité de surface. Le tableau n° 1 montre que ce poids est plus faible chez les plantes immergées que chez les plantes émergées.

Tableau n° 1 - Estimation de la biomasse et de sa production

PLANTES	ESPECES DOMINANTES	POIDS SEC DE BIOMASSE kg/m ²	PROD. ANNUEL. POIDS SEC T/ha/an
Immergées	<u>Ceratophyllum demersum</u>	0,71	9
Flottantes	<u>Eichhornia crassipes</u>	1,5	15 - 44
Emergées	<u>Cyperus papyrus</u>	2,7 - 4,6	84 - 106

(D.S. Mitchell - 1974)

De plus, les plantes immergées contiennent environ 21 % de composants inorganiques dans la matière sèche alors que les plantes émergées n'en contiennent que 12 %.

Donc les plantes immergées (myriophylles, cératophylles...) sont beaucoup moins productives que les plantes émergées (phragmites).

Sur l'année, la productivité des hydrophytes n'est pas considérable ; cependant, pendant la période de croissance elle est assez forte et devient alors plus importante que celle du phytoplancton (tableau N° 2).

Tableau n° 2 - Production primaire d'un lac

VEGETAUX	PRODUCTION ANNUELLE mgC/m ² /jour
Phytoplancton	249,3
Macrophytes pendant la période de croissance	372,3
Macrophytes pendant une année	76,5

(D.S. Mitchell - 1974)

1.2 - Cycle des éléments nutritifs

La plupart des macrophytes flottants absorbent les éléments nutritifs dans l'eau alors que les macrophytes immergés et émergés les absorbent aussi bien dans l'eau que dans les sédiments.

De nombreuses études ont montré que les macrophytes accumulent dans leurs tissus des éléments nutritifs avec des concentrations 100 fois à 1000 fois plus élevées que dans l'eau, surtout pendant la période de croissance. Dans les milieux eutrophes, le phytoplancton et les algues épiphytes ont un taux élevé de croissance et entravent ainsi le développement des macrophytes en faisant écran au soleil.

Quand la végétation meurt et se décompose, ces éléments minéraux sont relargués rapidement à l'extérieur et affectent rapidement la qualité de l'eau en quelques jours, voire quelques semaines.

1.3 - Biotope aquatique

1.3.1. - Support

Les feuilles flottantes des nénuphars, des renouées, des potamots ou leurs pétioles servent de support aux pontes de mollusques ou d'insectes.

La végétation aquatique permet le développement du périphyton.

1.3.2. - Abris

Les herbiers servent d'abris aux poissons ; ils sont protégés du soleil, du courant et des prédateurs. Dans un peuplement piscicole contenant des carnassiers, les alevins et les poissons utilisés comme proies survivent grâce à la présence des herbiers : les prédateurs sont gênés dans leur recherche de nourriture par les feuillages et ont une croissance inversement proportionnelle à la surface des herbiers (J. MONTEGUT 1987).

1.3.3. - Frayères

De nombreuses espèces de poissons (brochets, gardons, sandre, tanche, carpe) frayent dans les parties du cours d'eau tapissées par la végétation ; les plantes immergées sont assez résistantes pour que les géniteurs puissent s'y frotter et former de bonnes frayères : les oeufs adhèrent aux végétaux et les alevins vivent ensuite plusieurs jours à l'abri dans les plantes où ils trouvent leur première nourriture sous forme d'algues et de bactéries.

La végétation aquatique émergée facilite la nidification de certains oiseaux (passereaux, oiseaux d'eau...).

2 - ROLE PHYSICOCHEMIQUE

Sans plante, il n'y a pas de vie possible dans les milieux aquatiques. Que ces plantes soient largement feuillues comme les renoncules, les myriophylles, les potamots, qu'elles soient microscopiques, comme le phytoplancton, elles sont indispensables car elles ont une propriété essentielle : la fonction chlorophyllienne. Grâce aux pigments chlorophylliens, elles fixent l'énergie lumineuse et le gaz carbonique et le transforment en carbone organique consommé ensuite par les hétérotrophes.

2.1 - Oxygène

La photosynthèse libère de l'oxygène qui reste dissous dans l'eau ; la teneur en oxygène en sens inverse de la température : à 5° le taux de saturation atteint 12,8 mg/l et à 20°, il tombe à 9,2 mg/l. Cependant, on assiste à une sursaturation de l'eau atteignant 150 % d'oxygène au milieu des herbiers immergés à la fin d'un jour d'été. L'oxygène fourni par les plantes est utilisé par tous les êtres aquatiques et notamment les poissons. Ceux-ci ont des besoins respiratoires différents selon les espèces : la truite a besoin de 8 mg/l d'oxygène pour vivre dans de bonnes conditions, la carpe résiste à des teneurs de 2 - 3 mg/l (J. MONTEGUT, 1987).

Un équilibre doit s'instaurer entre producteurs et consommateurs d'oxygène. Pendant la nuit, les organismes chlorophylliens deviennent consommateurs d'oxygène et risquent alors, si leur masse est importante, d'épuiser l'oxygène dissous jusqu'à un seuil critique pour les poissons.

2.2 - Gaz carbonique

La végétation intervient dans l'équilibre carbonates-bicarbonates dans l'eau. L'absorption du gaz carbonique par les plantes transforme les bicarbonates en carbonates et rend le pH plus alcalin. Ainsi, dans la journée, le pH peut varier de 7,2 à 9,2.

2.3 - Contrôles des échanges gazeux

Ces échanges sont contrôlés par les radiations solaires, la température, la biomasse, les échanges gazeux à la surface de l'eau.

L'importance de ces échanges dépend également de la profondeur des plantes : pendant la journée, les concentrations en oxygène sont plus fortes en surface parmi les plantes immergées qu'en profondeur sous les plantes flottantes.

2.4 - Lumière

Toutes les plantes ont besoin de lumière pour leur croissance. Il existe des phénomènes de compétition : les plantes émergées font de l'ombre aux plantes immergées et aux algues et la croissance du phytoplancton se trouve aussi limitée par l'écran que constituent les plantes flottantes.

2.5 - Evapotranspiration

L'évapotranspiration des plantes flottantes et émergées affecte l'équilibre hydrique des lacs et des retenues. Les pertes d'eau peuvent être multipliées par 7 environ par ces plantes.

3 - ROLE MECANIQUE

Les berges des rivières, des étangs ou des lacs sont consolidées par les appareils souterrains de nombreuses espèces : jonc, roseau, carex et résistent ainsi à l'action érosive des courants et des vagues.

La végétation aquatique peut aussi ralentir le cours d'eau et favorise la formation de dépôts à l'aval. Elle est responsable de la retenue, de la fixation et consolidation d'éléments sableux, limoneux ou argileux charriés dans le courant (roseau). Ce processus peut aboutir au colmatage des étangs et des bras morts par des espèces comme le trèfle d'eau ou le carex.

Les macrophytes ont aussi un rôle important dans la succession des habitats aquatiques. Ils produisent de grandes quantités de matières organiques et piègent les limons au fond. De plus, les plantes flottantes mortes dérivent et participent à la formation de mousses et d'îles flottantes ; ces dernières sont colonisées par des plantes émergées comme les phragmites, puis par des arbrisseaux et des arbres. Ainsi le milieu aquatique est-il peu à peu comblé.

4 - ROLE ESTHETIQUE

Les petits étangs, les lacs sont souvent présents dans les parcs de loisirs, les jardins publics ou même des propriétés privées. Ils agrémentent les paysages et les plantes aquatiques sont souvent ornementales ; ainsi elles contribuent à l'esthétique du paysage.

Conclusion

Les plantes aquatiques jouent donc un rôle considérable que l'on découvre souvent lorsque l'équilibre du milieu commence à être dégradé. Ce déséquilibre peut engendrer un problème lié aux plantes aquatiques : leur prolifération. Ce phénomène, qui a toujours existé est en train de devenir une nuisance considérable.

QUATRIEME PARTIE

PROLIFERATION DE LA VEGETATION AQUATIQUE

De nombreuses algues et végétaux aquatiques supérieurs sont connus pour leur capacité spectaculaire de se développer très rapidement. D'autres ont besoin de certaines conditions écologiques pour croître et envahissent tous les milieux présentant ces conditions.

On analysera ici le problème de prolifération et on étudiera ses formes, ses causes, ses effets et son contrôle.

1 - FORMES DE PROLIFERATION

Il est nécessaire de distinguer les plantes flottantes libres des plantes fixées au substratum.

Les plantes flottantes sont les plantes pionnières des écosystèmes aquatiques. Leur multiplication végétative est très rapide. Leur possibilité de régénération à partir d'un fragment de l'appareil est considérable. De plus, leur morphologie leur permet d'occuper toute la surface des eaux. Elles sont indépendantes du substrat et des variations de niveau d'eau.

Les plantes fixées ont une capacité limitée de développement du fait de leurs limites écologiques (par les racines). Leur croissance nécessite des conditions écologiques bien spécifiques. Mais ces plantes ont tendance à coloniser tous les espaces présentant ces conditions. Elles sont dépendantes d'un régime hydrologique stable et du substrat.

La croissance de ces plantes s'effectue soit par une augmentation du nombre de cellules, soit par une augmentation de la taille des cellules. Ces deux processus dépendent de l'absorption des sels minéraux et de la photosynthèse;

En général, la croissance est exponentielle et on a

$$X_T = X_0 e^{K \cdot T}$$

X_0 Taille initiale

X_T Taille à l'instant t

K Taux de croissance

2 - CAUSES DE LA PROLIFERATION

Les plantes se développent lorsque dans le milieu, elles trouvent des conditions simultanément réunies :

- Des conditions climatiques : température élevée, lumière abondante.
- Des conditions physiques : un milieu peu profond au substrat fin, non compact.
- Des conditions biologiques : des parasites, des herbivores en quantité insuffisante.
- Des conditions chimiques : pas d'éléments toxiques et enrichissement en éléments fertilisants.

Mais souvent, il suffit d'une modification d'une seule de ces conditions pour assister à un développement excessif de végétation. Les causes de prolifération sont parfois mal connues. La plus connue est l'enrichissement des milieux en éléments nutritifs ou eutrophisation.

3 - LES EFFETS DE LA PROLIFERATION - NUISANCES

La prolifération végétale a de très nombreux effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques. on peut citer :

- L'augmentation des pertes d'eau par évapotranspiration.
- L'occupation d'un volume important dans les retenues.
- Le ralentissement du débit.
- La gêne vis-à-vis de la circulation des bateaux
- La création de milieux stagnants en déposant des grandes quantités de matière organique et en empêchant la photosynthèse sous l'enchevêtrement des plantes flottantes.
- L'abri d'animaux vecteurs de maladie...

Pour étudier ces nuisances, il est nécessaire de distinguer les eaux stagnantes (lacs et étangs), des eaux courantes (rivières et canaux).

3.1 - Eaux stagnantes

3.1.1. - Evolution du plan d'eau

Naturellement, un plan d'eau est amené à disparaître par comblement. Ce phénomène est accéléré par le développement d'une végétation des berges vers la pleine eau : jonc, roseau, iris, myriophylle. Ainsi, cela peut engendrer une diminution de la production piscicole, ou une disparition de loisirs tels que la baignade ou la navigation.

3.1.2. - Evolution des caractères physicochimiques

Sous la couverture formée par les plantes à feuilles étalées en surface, l'eau reste froide et mal oxygénée. Le phytoplancton et les plantes immergées peuvent alors disparaître.

La température des eaux de surface peut varier de 10 °C dans une journée.

Pendant la nuit, la concentration en oxygène dissous peut atteindre des valeurs basses critiques pour la survie des poissons car les plantes utilisent l'oxygène la nuit sans en fournir. Cette situation devient alarmante si les plantes meurent car le pourrissement entraîne l'installation de conditions anoxiques, qui tuent toute la faune.

La figure N° 1 montre l'évolution de la température, de la lumière, de l'oxygène et du pH pendant 24 heures.

Température ●, lumière ○, oxygène dissous ▲ et pH ■ pendant un cycle de 24 h en février 1978 à 2 cm de la surface dans un herbier d'élodée du Canada (d'après BOWMER et coll., 1984).

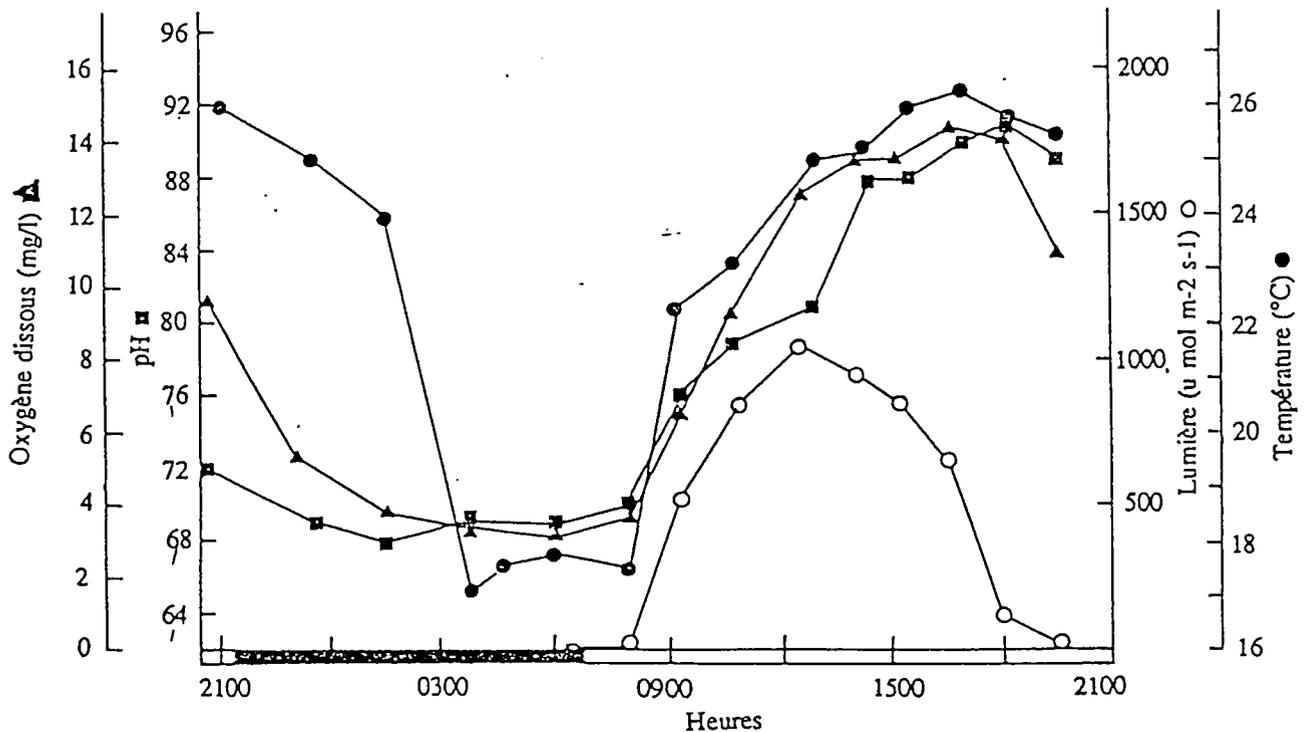


Figure 1

3.1.3. - Modifications biologiques

Les plantes immergées en population dense limitent la circulation des poissons et donc la circulation de la nourriture disponible aussi bien pour les alevins (il peut alors se produire des sous-alimentations) que pour les prédateurs qui peuvent en venir au cannibalisme. Ces plantes sont essentiellement : les élodées, les ceratophylles, les potamots,...

Quelquefois, des Cyanophycées peuvent donner un mauvais goût à certains poissons.

3.1.4. - Modifications de l'aspect

Le développement excessif de la végétation nuit à l'esthétique du paysage. Cette modification est plus importante qu'on ne peut le penser car elle est souvent fortement ressentie par les pêcheurs, les touristes et fait l'objet de nombreuses plaintes.

Les Cladophora ou Spirogyra forment des paquets moussus verdâtres flottants. Les Cyanophycées du genre Oscillatoria apparaissent en plaques au fond et remontent en surface.

3.2 - Eaux courantes

La prolifération des plantes aquatiques peut nuire à la circulation de l'eau.

3.2.1. - Les torrents

Dans les torrents, la végétation aquatique ne présente pas de problème car, d'une part les courants d'eau sont très rapides et d'autre part ils s'assèchent en été ce qui détruit la végétation aquatique.

3.2.2. - Les rivières lentes

Dans les rivières lentes, la végétation présente des nuisances soit sur les berges si la hauteur d'eau est suffisante, soit sur la totalité du lit si la hauteur d'eau est inférieure à 1 mètre. Les plantes gênantes sont surtout des potamots, des renoncules, des nénuphars, des roseaux...

3.2.3. - Canaux

La présence d'algues ou de plantes aquatiques dans les canaux bétonnés est la cause de nombreux inconvénients.

Dans les canaux de drainage, la prolifération des racines gêne l'évacuation des eaux en période de crue.

Dans les canaux d'irrigation, des développements rapides de végétaux comme les Characées bloquent le passage de l'eau et engendrent ainsi des débordements et des obstructions devant les grilles de stations.

3.3 - Nuisances vis-à-vis de la navigation et de la pêche

La navigation et la pêche sont souvent gênées par la prolifération des végétaux aquatiques.

Quand, dans une rivière ou un canal, la circulation fluviale est importante, il ne se pose pas de problèmes : les bateaux à fort tirant d'eau et à hélice empêchent le développement des plantes aquatiques. Cependant, si la circulation est faible, les hélrophytes et hydrophytes se développent et entravent le passage de bateaux à voile, dériveurs, planches à voile.

Dans des zones réservées à la pêche, souvent des anciennes gravières, la croissance des hydrophytes et leur densité gênent la présence de certains poissons qui ont besoin de zones bien dégagées comme les brochets.

La figure N° 2 montre les relations existant entre le développement de biomasse et des caractéristiques hydrologiques et hydrauliques du milieu.

Afin d'éviter toutes ces nuisances, il est nécessaire d'effectuer des contrôles de la végétation aquatique.

4 - CONTROLE DE LA VEGETATION AQUATIQUE

Le contrôle de la prolifération des plantes aquatiques est théoriquement toujours possible. Cependant sur le terrain, il faut toujours tenir compte des caractéristiques du milieu, de l'écosystème et de son équilibre afin de ne pas le détruire ou même de ne pas trop le modifier. Ainsi, avant d'effectuer un contrôle, il faudrait étudier le biotope et l'écosystème et adapter l'intervention à chaque cas de prolifération. Lorsque les causes de prolifération sont connues, un contrôle peut être déjà plus aisé. Par exemple, une prolifération due à un apport d'eau provenant d'une zone agricole fertilisée peut être empêchée par un détournement des eaux mais ce contrôle requiert des travaux de génie civil généralement assez coûteux.

En général, on emploie des traitements qui agissent sur les plantes elles-mêmes mais qui ne garantissent pas un arrêt définitif de la prolifération.

Pour limiter le développement des plantes aquatiques il est possible d'utiliser des moyens mécaniques, biologiques ou chimiques.

Relations existant entre la biomasse végétale se développant dans un cours d'eau anglais. Diverses caractéristiques hydrologiques et hydrauliques du milieu (d'après DAWSON, 1978).

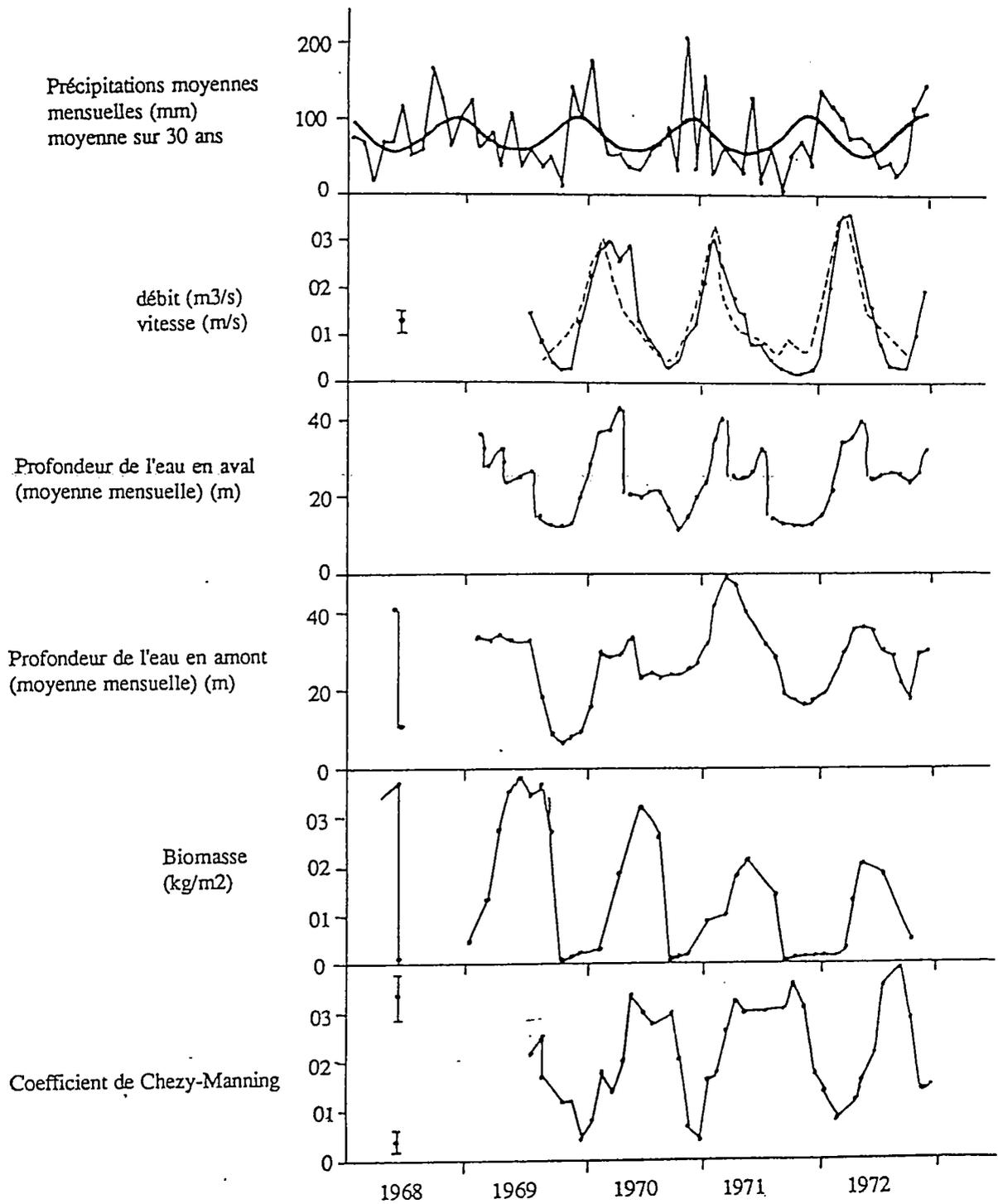


Figure 2

4.1 - Les moyens de lutte mécanique

4.1.1. - Faucardage - Récolte

Le faucardage, simple coupe des tiges et des feuilles se fait à partir d'un bateau faucardeur (figure n° 3), soit à partir d'un tracteur équipé de dispositifs de coupe.

La période la plus propice pour le faucardage est celle qui précède la floraison en juin. Mais deux faucardages en juin et en août épuisent davantage les plantes à rhizomes.

Le faucardage n'est pas efficace pour les plantes flottantes et à faible enracinement car une tige qui dérive peut donner naissance ultérieurement à une nouvelle plante.

Après un faucardage, une récolte s'impose sinon les plantes coupées dérivent gênant la circulation de l'eau, et peuvent empêcher la pêche à la ligne pendant plusieurs jours. Les bateaux faucardeurs sont équipés d'un râteau relevable conçu pour la récolte.

Il existe des engins de moisson (coupe + récolte) plus efficaces que ces machines mais également plus coûteux.

4.1.2. - Curage

Afin de contrôler une prolifération, on peut aussi évacuer les sédiments et la vase accumulées au fond de l'étang ou du canal. On utilise alors soit des cureuses soit des godets.

Le principe de la cureuse consiste tout d'abord en une dilacération des végétaux puis en une aspiration par une pompe capable d'absorber des solides de taille atteignant 10 centimètres environ.

- Bateau faucardeur avec rateau relevable
(doc. C.S.P. et Ets Gibeaux)

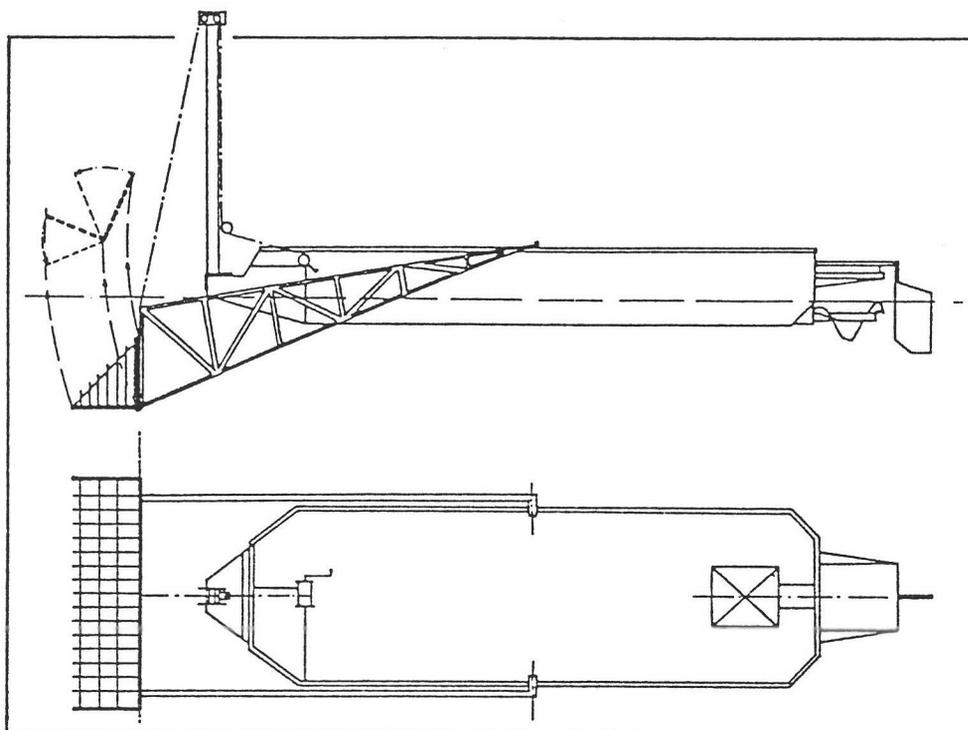


Figure 3

- Godet faucardeur monté sur pelle hydraulique
(doc. Poclair)

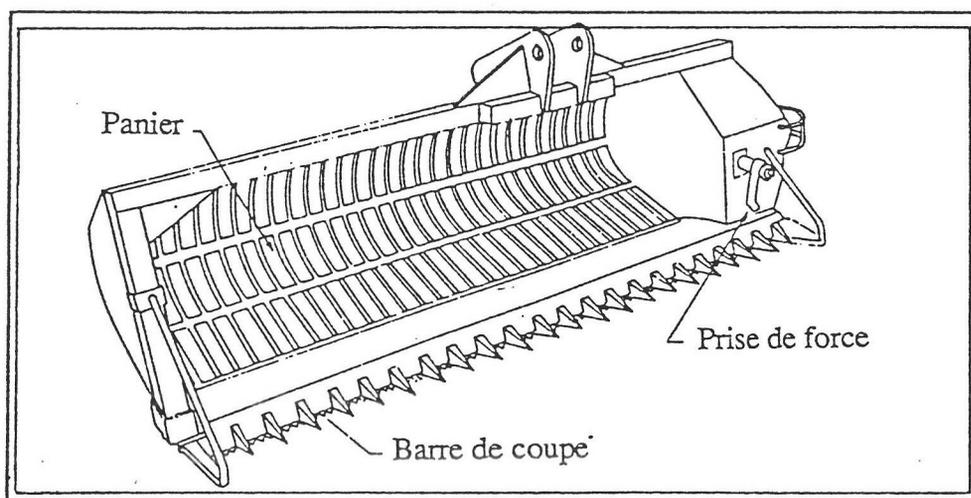


Figure 4

. Les godets (figure n° 4) permettent des curages en une seule fois de 1,80 à 2,50 mètres de profondeur ; ils sont mieux adaptés au curage et sont plus précis dans leurs manoeuvres.

Ces deux sortes de machines peuvent circuler sur les berges, portées par un tracteur ou bien être portées par un pont flottant.

4.1.3. - Mise en assec

La période de mise en assec a lieu de préférence en hiver car le gel favorise la destruction des végétaux, elle dure de 2 à 6 mois.

Les moyens de lutte mécaniques ont cependant une efficacité limitée car ces plantes ont une grande capacité de régénération souvent stimulée par la coupe des tiges aériennes. De plus, lors d'un assec, on constate que les organes végétatifs de certaines espèces sont très résistants à l'assèchement.

4.2 - Les moyens de lutte biologique

Il s'agit de l'utilisation d'organismes vivants. Mais il faut veiller lors de leur emploi à ne pas déséquilibrer l'écosystème.

4.2.1. - Poissons

La plupart des alevins sont herbivores, se nourrissent de phytopancton, de périphyton. Les poissons des cours d'eau français comme le Hotu, le Gardon, le Chevaine ou le Muge conser-

vent dans leur alimentation d'adulte une part plus ou moins importante de végétaux, mais ne sont pas typiquement herbivores.

Certains poissons fouillent la vase, augmentent ainsi la turbidité de l'eau et déracinent les plantes.

Mais les poissons les plus efficaces sont d'origine asiatique ; ce sont les carpes chinoises herbivores, Ctenopharynjodon idella et les carpes argentées phytoplanctonophages, Hypophthalmichthys molitrix (figure 5). Le Ctenopharynjodon se nourrit essentiellement d'algues filamenteuses et de plantes supérieures comme les potamots, l'élodée, les ceratophylles, les lentilles d'eau, et Hypophthalmichthys d'algues microscopiques.

L'activité alimentaire de ces poissons a lieu entre 10 et 29° C. La croissance s'est avérée être intéressante ; elles peuvent dépasser 80 cm en 10 ans et atteindre 80 g ; leur croissance est bien sûr liée à la charge du plan d'eau en poissons présents.

4.2.2 - Oiseaux

Les oies sauvages, canards peuvent être utilisés pour éliminer les plantes flottantes comme les lentilles d'eau, les plantes immergées et les algues filamenteuses.

Normalement, il faut de 5 à 25 oiseaux par hectare pour contrôler la végétation aquatique. Il faut alors les placer uniquement dans les zones à contrôler et veiller à ce que les déjections ne polluent pas le milieu.

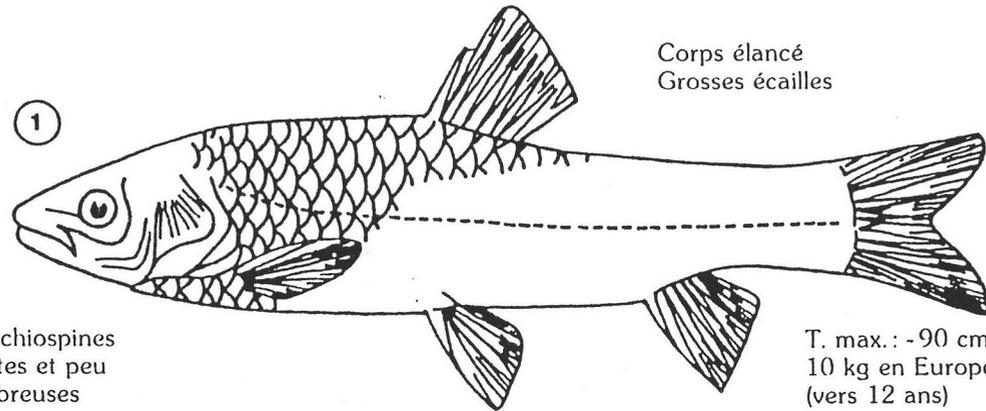
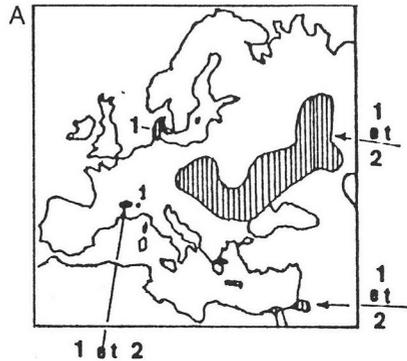
4.2.3 - Autres animaux

Aux Etats-Unis, des recherches en microbiologie et sur des invertébrés phytophages sont actuellement réalisées.

CARPE CHINOISE

Ctenopharyngodon idella (Val.)

ZONE D'INTRODUCTION
DES DEUX ESPÈCES



Corps élancé
Grosses écailles

Branchiospines
courtes et peu
nombreuses

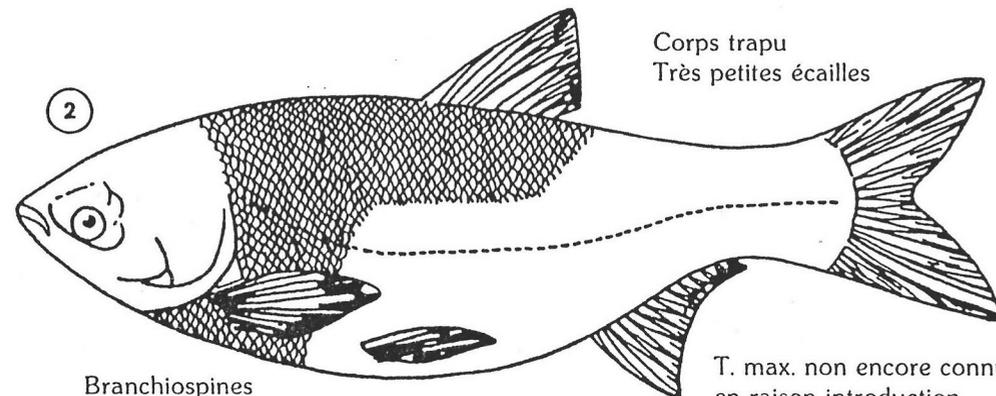
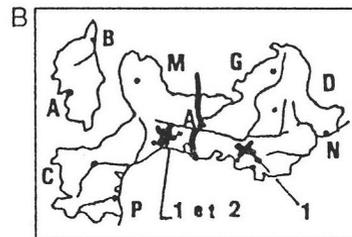
T. max. : - 90 cm et
10 kg en Europe
(vers 12 ans)

ESPÈCES QUI N'ONT PAS ÉTÉ INDIQUÉES À LA FIN DU
CATALOGUE DES POISSONS D'EAU DOUCE, CAR ON NE LES
RENCONTRE PAS NATURELLEMENT DANS LES EAUX LIBRES.
INTRODUCTIONS TRÈS LOCALISÉES ET TRÈS LIMITÉES.

CARPE ARGENTÉE

Hypophthalmichthys molitrix (Val.)

INTRODUCTION DANS LE
MIDI MÉDITERRANÉEN



Corps trapu
Très petites écailles

Branchiospines
fines et nombreuses

T. max. non encore connue
en raison introduction
récente

Leur utilisation dans le contrôle de la végétation aquatique n'en est encore en général qu'au stade expérimental. Quelques exemples récents de ce mode de contrôle ont donné des résultats spectaculaires.

Des mammifères comme les chevaux, les bovins viennent près des plans d'eau se nourrir des végétaux aquatiques.

4.3 - Les moyens de lutte chimique

De nos jours, avec les herbicides de synthèse, la lutte chimique permet un contrôle efficace de la végétation aquatique. A titre d'information, il est intéressant de citer les principales matières actives phytocides :

- d'origine minérale : sulfate de cuivre, chlorate de sodium, sulfamate d'ammonium.
- d'origine organique :
 - les acides gras halogénés,
 - les urées substituées,
 - les phenoxyacides,
 - les diazines,
 - les aminotriazoles,
 - les benzonitriles.

Il faut souvent associer plusieurs produits pour que les effets se complètent et détruisent plus efficacement les associations végétales.

Mais il ne faut pas oublier que ces produits sont soumis à une législation et que leur usage est contrôlé. Certains produits ayant pour effet la destruction des hélophytes, des hydrophytes et des algues sont autorisés en France (tableaux n° 3 et 4).

Arrêté du 25 février 1975 (J.O. du 7-3-75) modifié par l'arrêté du 5 juillet 1985 (J.O. du 12-7-85) relatif à l'application des produits antiparasitaires à usage agricole

Article premier. - Les produits visés à l'article premier de la loi modifiée du 2 novembre 1943 ainsi que les produits industriels simples définis par des arrêtés pris en application de la même loi doivent être appliqués dans les conditions prévues par le présent arrêté.

TITRE PREMIER
Dispositions générales

Article 2. - Sans préjudice des dispositions prévues par les arrêtés pris en application du code de la Santé publique, toutes précautions doivent être respectées par les utilisateurs pour éviter l'entraînement des produits vers les lieux énumérés ci-dessous, quelle que soit l'évolution des conditions météorologiques durant les traitements :

- a) habitations, parcs et jardins,
- b) bâtiments et parcs d'élevage,
- c) points d'eau consommable par l'homme et les animaux ainsi que les périmètres de protection des captages pris en application de l'article L.20 du code de la Santé publique,
- d) cultures et lieux qui, d'après la réglementation en vigueur, ne doivent pas au même moment être traités avec le produit utilisé,
- e) bassins de pisciculture, conchyliculture, aquaculture, rizières et marais salants,
- f) littoral maritime, cours d'eau, canaux de navigation, d'irrigation et de drainage, lacs et étangs d'eau douce ou saumâtre, fossés d'assainissement de voies raccordés à ces lieux,
- g) ruches et ruchers déclarés,
- h) parcs d'élevage de gibier, réserves de chasse ainsi que parcs nationaux et réserves naturelles au titre respectivement de la loi du 22 juillet 1960 et de l'article 8 bis de la loi modifiée du 2 mai 1930,
- i) d'une façon générale, toutes propriétés et biens appartenant à des tiers.

Article 3. - Les traitements des lieux énumérés à l'article 2 peuvent être effectués sous réserve d'utiliser des produits conformes à la réglementation en vigueur pour ces usages particuliers.

Article 3 bis. - Les produits définis à l'article premier doivent être employés conformément aux mesures fixées en vertu de l'article 6 de l'arrêté du 7 octobre 1974. Leur utilisation doit satisfaire aux conditions d'application précisées dans les décisions d'homologation. Toutefois, en cas d'urgence ou de nécessité, le ministre de l'Agriculture peut, sur avis des commissions et du comité d'homologation prévus par le décret du 1^{er} août 1974 modifié, délivrer des autorisations pour d'autres usages. Ces dispositions n'entreront en vigueur que dans un délai maximum de trois ans.

Code rural (loi n° 84-512 du 29 juin 1984)

Article 407. - Quiconque a jeté, déversé ou laissé écouler dans les eaux visées à l'article 402, directement ou indirectement, des substances quelconques dont l'action ou les réactions ont détruit le poisson ou nui à sa nutrition, à sa reproduction ou à sa valeur alimentaire, sera puni d'une amende de 2 000 F à 120 000 F et d'un emprisonnement de deux mois à deux ans ou de l'une de ces deux peines seulement. Le tribunal peut, en outre, ordonner la publication d'un extrait du jugement aux frais de l'auteur de l'infraction, dans deux journaux ou plus.

En ce qui concerne les entreprises relevant de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, l'avis de l'inspecteur des installations classées est obligatoirement demandé, avant toute transaction, sur les conditions dans lesquelles l'auteur de l'infraction a appliqué les dispositions de la loi précitée.

Article 439. - Quiconque jette dans les eaux définies à l'article 402 des drogues ou appâts en vue d'enivrer le poisson ou de le détruire sera puni d'une amende de 2 000 F à 30 000 F et d'un emprisonnement de deux mois à deux ans ou de l'une de ces deux peines seulement.

Ceux qui, en vue de capturer ou de détruire le poisson, se servent d'explosifs, de procédés d'électrocution ou de produits ou de moyens non autorisés seront punis des mêmes peines.

INDEX PHYTOSANITAIRE

dix-septième édition
réalisation ACTA lutte antiparasitaire
R. Bailly et G. Dubois

ASSOCIATION DE COORDINATION TECHNIQUE AGRICOLE
149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

DESTRUCTION DES MAUVAISES HERBES AQUATIQUES ET SEMI-AQUATIQUES

L'Arrêté du 25-Février-1975 interdit le traitement des points d'eau consommable par l'homme et les animaux ; des bassins de pisciculture, conchyliculture, aquaculture, rizières ; des cours d'eau, canaux de navigation, d'irrigation, de drainage ; des lacs, étangs... sous réserve d'utiliser des produits conformes à la réglementation en vigueur pour ces usages particuliers. Les dispositions prises par le Comité d'homologation en Avril 1979 permettant de présenter, dans cette dix-septième édition de l'Index, les produits spécialement autorisés pour ces usages particuliers. Afin d'éviter tout accident toujours possible sur la faune et la flore aquatiques, il conviendra, lors de l'utilisation de ces produits de respecter scrupuleusement les recommandations fournies par les fabricants notamment en matière de doses et modes d'emploi.

logation en Avril 1979 permettant de présenter, dans cette dix-septième édition de l'Index, les produits spécialement autorisés pour ces usages particuliers. Afin d'éviter tout accident toujours possible sur la faune et la flore aquatiques, il conviendra, lors de l'utilisation de ces produits de respecter scrupuleusement les recommandations fournies par les fabricants notamment en matière de doses et modes d'emploi.

MATIERE ACTIVE Spécialité commerciale	Commercialisée par	Autorisation de vente	Concentration matière active	Sous forme de	Observations
AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE D'AMMONIUM					
Utilisation : destruction des plantes aquatiques hétérophytes (roseaux, typhas, scirpes, rubaniers...) (50 l/ha de p.c.).					
Weedazol TL aque	CFPI	78 00117	240 g/l 215 g/l	LP	
AMINOTRIAZOLE + THIOCYANATE DE SODIUM					
Utilisation : destruction des plantes aquatiques hétérophytes (roseaux, typhas, scirpes, rubaniers...) (30 kg/ha de p.c.).					
Weedazol TS aque	CFPI	78 00113	42,5 % 37,5 %	PS	
CHLORTIAMIDE					
Utilisation : destruction des plantes aquatiques hydrophytes (100 kg/ha de p.c. pour une hauteur de 1 m).					
HTG 10 granulé aque	CFPI	78 00115	10 %	Gran	Conditions d'emploi : ne pas dépasser la dose recommandée car risque pour les poissons.
DALAPON					
Utilisation : destruction des plantes semi-aquatiques hétérophytes monocotylédones (25 kg/ha de p.c.).					
Dowpon aquatique	Dow Chemical	75 00584	85 %	PM	
DICHLORBENIL					
Utilisation : destruction des plantes aquatiques hydrophytes (consulter la notice du fabricant).					
Aquaprop	La Quinoléine	75 00889	7,5 %	Gran	Conditions d'emploi : ne pas dépasser la dose recommandée car risque pour les poissons.
DIQUAT					
Utilisation : destruction des plantes aquatiques hydrophytes dicotylédones (1 000 g/ha pour une hauteur d'eau de 1 m).					
Réglex 2	Sopra	77 00081	200 g/l	LP	
DILYPHOSATE					
Utilisation : destruction des plantes semi-aquatiques hétérophytes, mono et dicotylédones (2 160 g/ha).					
Roundup 360	Monsanto	79 00449	360 g/l	LP	Conditions d'emploi : la dose utilisée sera portée à 3 240 g/ha dans les situations à dominante Typha.

La végétation aquatique, une fois détruite pourrit dans l'eau et ainsi ce pourrissement consomme de l'oxygène. Si la végétation n'est pas enlevée, il y a des risques d'anoxie du milieu : ce phénomène se produira d'autant plus que la masse végétale est importante.

Le contrôle doit donc avoir lieu avant que la végétation ait atteint son maximum de développement, et doit être aussi régulier que possible.

Conclusion générale :

Ainsi la prolifération des végétaux aquatiques est un réel problème encore mal maîtrisé. Les causes restent souvent inconnues et les conséquences sont parfois désastreuses. Afin de mieux connaître, étudier cette prolifération, une enquête a été effectuée dans toute la France.

La présentation et les résultats de l'enquête feront l'objet de la Ve partie.

CINQUIEME PARTIE

ENQUETE SUR LA PROLIFERATION DES VEGETAUX AQUATIQUES ET SON DEPOUILLEMENT

Introduction

Cette enquête a été effectuée par Alain DUTARTRE du C.E.M.A.G.R.E.F. de Bordeaux, qui travaille dans le service qualité des eaux. Depuis plusieurs années, il a été sollicité par des sociétés ou des particuliers pour résoudre leur problème de prolifération de plantes aquatiques, dans des lacs, des étangs, des rivières et des canaux. Il était souvent difficile de donner des réponses pratiques et de trouver des solutions efficaces : le manque de recul, d'images précises du problème, la diversité des cas n'en facilitent guère l'étude. Enfin, la documentation qui existe déjà sur ce problème reste assez théorique, les références et les synthèses utilisables sont encore rares. Aussi un des premiers types d'information qui paraissait souhaitable était une connaissance, même approximative, des problèmes posés.

1 - L'ENQUETE

1.1 - But de l'enquête

Cette enquête a pour but, à partir de l'analyse des résultats obtenus, de préciser l'ampleur et les "contours" du problème des nuisances liées aux plantes aquatiques. Il s'agit d'un enquête préliminaire qui n'a pas la prétention de résoudre le problème mais qui est destinée à obtenir une figure schématique de la prolifération des végétaux aquatiques

afin de mieux la comprendre et ainsi de déterminer les techniques de contrôles appropriées.

1.2 - Principe de l'enquête

1.2.1. - A qui s'adresse cette enquête ?

Le questionnaire a été envoyé aux Services Régionaux d'Aménagement des Eaux, aux Services de Protection des Végétaux et à divers correspondants ou interlocuteurs individuels déjà intéressés par le problème. Quelqu'éfois ces organismes ont transmis le questionnaire aux Directions Départementales de l'Agriculture qui l'ont fait suivre jusqu'aux gardes pêches ; ceci est une bonne initiative qui a permis la description d'un plus grand nombre de cas de prolifération.

Les réponses à ce questionnaire s'étaient de novembre 1986 à juin 1987. On a envoyé 52 questionnaires, 98 cas de prolifération ont été signalés ainsi que huit cas "multiples" où les réponses font référence des problèmes dans plusieurs étangs, rivières à la fois comme dans le Marais Poitevin, les rivières du Pays du Caux, etc ; ceci augmente le nombre de cas de prolifération.

Le nombre de réponses est plus élevé que ce que l'on pouvait supposer : ce problème préoccupe beaucoup de personnes. Que tous ceux qui ont participé à cete enquête soient remerciés de leur aide indispensable.

1.2.2. - Présentation du questionnaire

Le questionnaire était volontairement succinct afin de ne pas rebuter les interlocuteurs et ainsi de ne pas diminuer le taux de réponses. Certaines questions manquent de clarté et n'ont pas été totalement comprises. Mais cette enquête doit

être considérée comme une première étape dans l'étude entreprise ; des améliorations sur la compréhension des questions et des précisions pourront être formulées dans un questionnaire ultérieur.

L'enquête est composée de sept parties ; elle demande des renseignements sur :

- La localisation du milieu aquatique
- La nature du milieu aquatique
- Les types de nuisances dans les milieux
- Les espèces végétales responsables
- Les moyens de contrôle
- Leur efficacité
- Des observations éventuelles.

Le questionnaire est présenté sur la planche n° 9.

1.3 - Répartition géographique des réponses

La figure n° 6 indique le nombre de réponses par département. Des départements n'ont pas répondu.

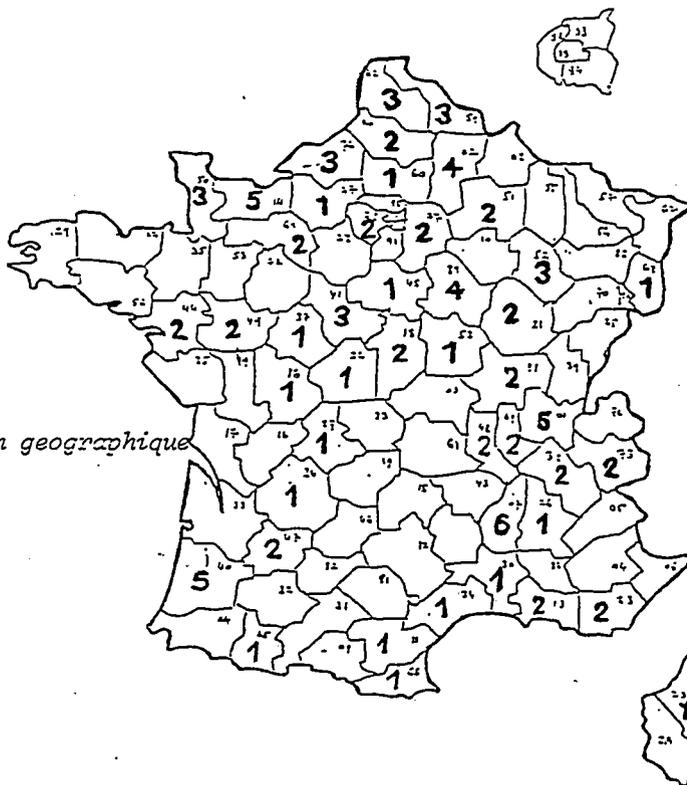


Figure n° 6
répartition géographique

PROBLEMES POSES PAR
LA VEGETATION AQUATIQUE

1/ Localisation du milieu aquatique :

- nom
- localité
- région
- département :

2/ Nature du milieu
aquatique :

2.1/ Plans d'eau :

Lac ou étang Retenue
Date de création :

Usage: loisir <input type="checkbox"/>	Superficie:
eau potable <input type="checkbox"/>	de 0 à 2 ha <input type="checkbox"/>
irrigation <input type="checkbox"/>	de 2 à 10 ha <input type="checkbox"/>
autre <input type="checkbox"/>	de 10 à 100 ha <input type="checkbox"/>
pêche <input type="checkbox"/>	> 100 ha <input type="checkbox"/>

2.2/ Cours d'eau

largeur	1 à 10 m	<input type="checkbox"/>
	10 à 50 m	<input type="checkbox"/>
	> 50 m	<input type="checkbox"/>

2.3/ Canaux

date de création :

fonction : drainage
irrigation
navigation
autre

3/ Types de nuisances :

- hydrauliques <input type="checkbox"/>	- loisir <input type="checkbox"/>
- qualité de l'eau <input type="checkbox"/>	- navigation <input type="checkbox"/>
* odeur <input type="checkbox"/>	- autre <input type="checkbox"/>
* couleur <input type="checkbox"/>	

- à partir de quelle année sont apparus les problèmes ?

4/ Espèces végétales responsables :

- plantes émergées (roseaux, joncs, ...)
- plantes immergées (myriophylles, ...)
- plantes à feuilles flottantes (nénuphar, ...)
- plantes flottantes (lentilles d'eau, ...)
- algues filamenteuses
- algues planctoniques

5/ Solutions apportées, moyens de contrôle :

- contrôle mécanique :
faucardage récolte autre
- contrôle chimique :
- contrôle biologique :
oiseaux poissons autre
- autre moyen précisez si possible :
-

6/ Efficacité du contrôle : réduite moyenne bonne

7/ Observations

8/ Remarque :

Nous envisageons une suite à cette enquête, si vous souhaitez être tenu au courant, veuillez nous rappeler ci dessous vos coordonnées :

.....
.....
.....

Fiches à renvoyer à : Alain DUTARTRE, CEMAGREF QEPP
B.P. 3 33610 CESTAS

2 - RESULTATS DE L'ENQUETE

2.1 - Dépouillement des résultats

2.1.1 - Saisie des données

Toutes les fiches, c'est-à-dire les réponses à l'enquête ont été saisies sur ordinateur. Tous les renseignements fournis par les fiches y ont été enregistrées. A partir de ce fichier, des programmes ont été élaborés afin de compter, trier les différentes réponses. De plus, dans le programme TYPE DE MILIEUX, les enregistrements sont classés par département ; on comptabilise les milieux concernés et les nuisances dans ces milieux. La liste est dans l'annexe n° 1.

2.1.2 - Programmes élaborés

Les programmes ont été conçus à partir d'un logiciel D Base III Plus. Il s'agit essentiellement de comptages et calculs de pourcentages.

Le programme TYPEAU : il reprend les rubriques du questionnaire, les compte les unes après les autres et calcule des pourcentages (cf annexes n° 2 et n° 3).

Les programmes LAC, RETENUE, RIVIERE, CANAL (cf annexes n° 4, 5, 6 et 7) sont construits de la même façon ; ils permettent d'effectuer des comptages doubles, ils comptent :

- les milieux de taille différente touchés par une nuisance donnée
- les usages de ces milieux atteints par une nuisance donnée
- les essais de contrôles de ces nuisances
- les plantes proliférant dans ces milieux.

Le programme PLANTE (cf annexe n° 8) recense :

- les nuisances engendrées par les différentes plantes

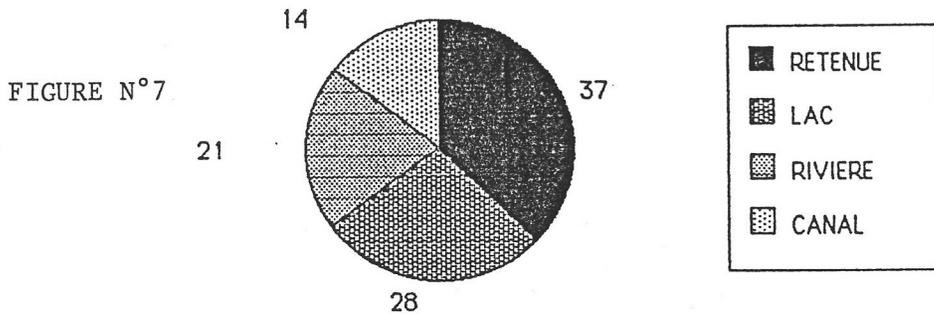
- les contrôles sur les différentes plantes
- et leur efficacité.

Tous ces programmes ont permis l'élaboration de tableaux corrélant différentes données. Un traitement statistique n'a pas été réalisé car les échantillons trop petits de rigueur quant à l'analyse de ces résultats.

2.2 - Exploitation des résultats

2.2.1 - Les milieux aquatiques

NATURE DES MILIEUX AQUATIQUES CONCERNES (en pourcentage)
98 ENREGISTREMENTS



On constate, d'après la figure n° 7 que ce sont les plans d'eau artificiels les plus touchés par ces nuisances ; ils représentent 37 % des cas. On peut se demander si la construction de tels plans d'eau ne perturbe pas l'écosystème et déséquilibre le milieu d'où ces problèmes. Les eaux stagnantes de lacs et des retenues (65 %) semblent favoriser le développement des plantes ; les eaux courantes, représentées par les rivières et canaux ne représentent que 35 % des cas.

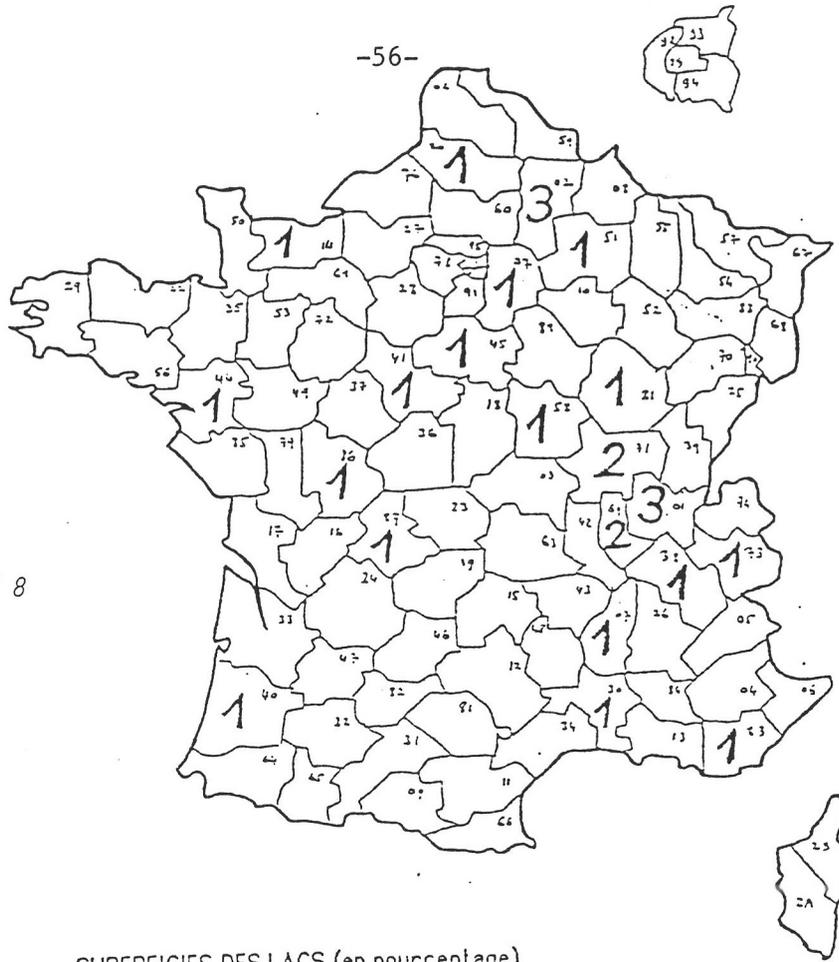


FIGURE N° 8

SUPERFICIES DES LACS (en pourcentage)
19 ENREGISTREMENTS

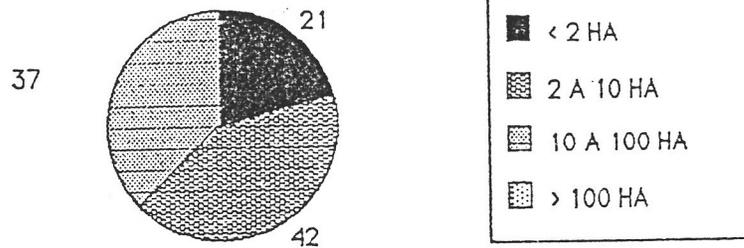


FIGURE N ° 9

USAGES DES LACS(en pourcentage)
32 ENREGISTREMENTS

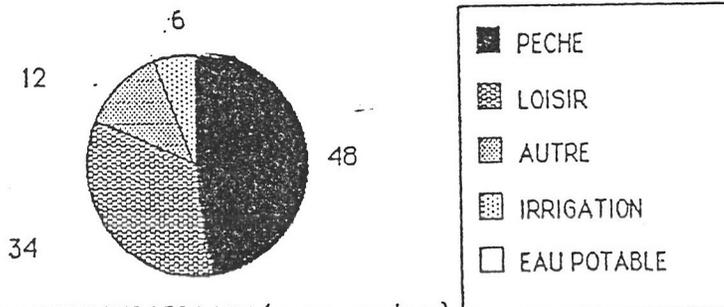


FIGURE N ° 10

NUISANCES DANS LES LACS (en pourcentage)
27 ENREGISTREMENTS

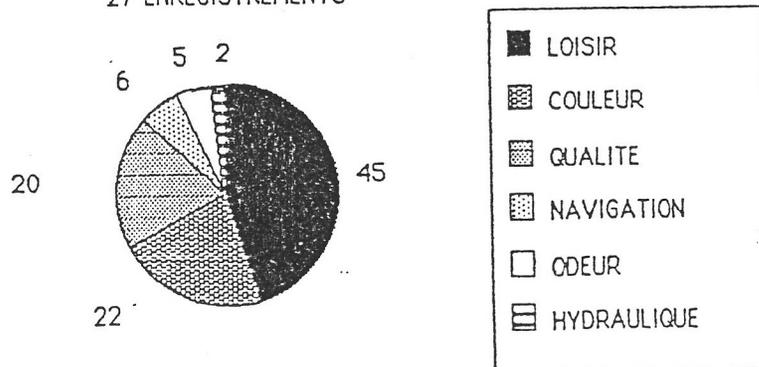


FIGURE N ° 11

2.2.1.1. - Les lacs et étangs (plans d'eau naturels)

a - Répartition géographique

La figure N° 8 montre la répartition géographique des 27 lacs touchés par la prolifération. On remarque que le Bassin Parisien et la vallée du Rhône sont les zones les plus touchées : ce sont de grandes surfaces agricoles et les eaux se trouvent ainsi enrichies en phosphore, azote ou potassium. Cette richesse du milieu favoriserait l'eutrophisation.

b - Superficie (hectare = ha)

La figure N° 9 montre la répartition des différentes superficies des lacs. On voit que les lacs de 2 à 100 ha constituent 79 % des cas. Mais il existe quand même des petits lacs atteints dans 21 % des cas.

c - Usages

La figure N° 10 montre les différentes utilisations des lacs. Pêche (48 %) et loisir (34 %) sont de loin les usages les plus courants. Aucun lac signalé n'est une réserve d'eau potable.

d - Nuisances

La figure N° 11 montre les proportions des nuisances qui affectent les lacs. Les gênes vis à vis des loisirs (45 %) et de la qualité de l'eau, sa couleur et son odeur (47 %) représentent les nuisances les plus importantes.

e - Impact des nuisances selon la superficie des lacs

Tableau 5 - Impact des nuisances selon la superficie des lac

NUISANCES	NOMBRE D'ENRE- GISTREMENTS	SUPERFICIE (ha)			
		0 à 2	2 à 10	10 à 100	> à 100
Loisir	16	19 %	38 %	38 %	5 %
Couleur	7	-	71 %	29 %	-
Qualité	7	-	57 %	43 %	-

Le tableau N° 5 indique que les lacs de 2 à 10 ha et de 10 à 100 ha sont les plus atteints (il ne faut pas oublier que ce sont aussi les plus nombreux). Il est à noter que la couleur de l'eau est une nuisance très importante pour les lacs de 2 à 10 ha.

Rq : Seules les nuisances les plus représentées ont été prises en compte.

f - Gènes aux usages

Tableau n° 6 - Interactions entre les usages des lacs et leurs nuisances

NUISANCES	NOMBRE D'ENRE- GISTREMENTS	USAGES			
		LOISIR	EAU POTABLE	IRRIGA- TION	PECHE
Loisir	34	38 %	3 %	6 %	53 %
Couleur	16	37 %	-	6 %	57 %
Qualité	15	33 %	-	13 %	54 %

Le tableau n° 6 montre que les loisirs (36 %) et la pêche surtout (54 % environ) sur les lacs sont gênés par les nuisances. Mais l'appréciation de ces usages et des nuisances restent assez subjectives. Le baigneur sera repoussé par la couleur de l'eau alors que le plaisancier ne le sera pas, par exemple.

Les usages comme réserve d'eau potable ou l'irrigation ne sont pas beaucoup gênés par les nuisances : en effet, avant de passer dans le réseau de distribution d'eau potable, l'eau sera le plus souvent traitée et est donc moins concernée par les nuisances en amont ; cette part subjective sera moins importante, une mauvaise qualité de l'eau sera alors considérée comme une contrainte.

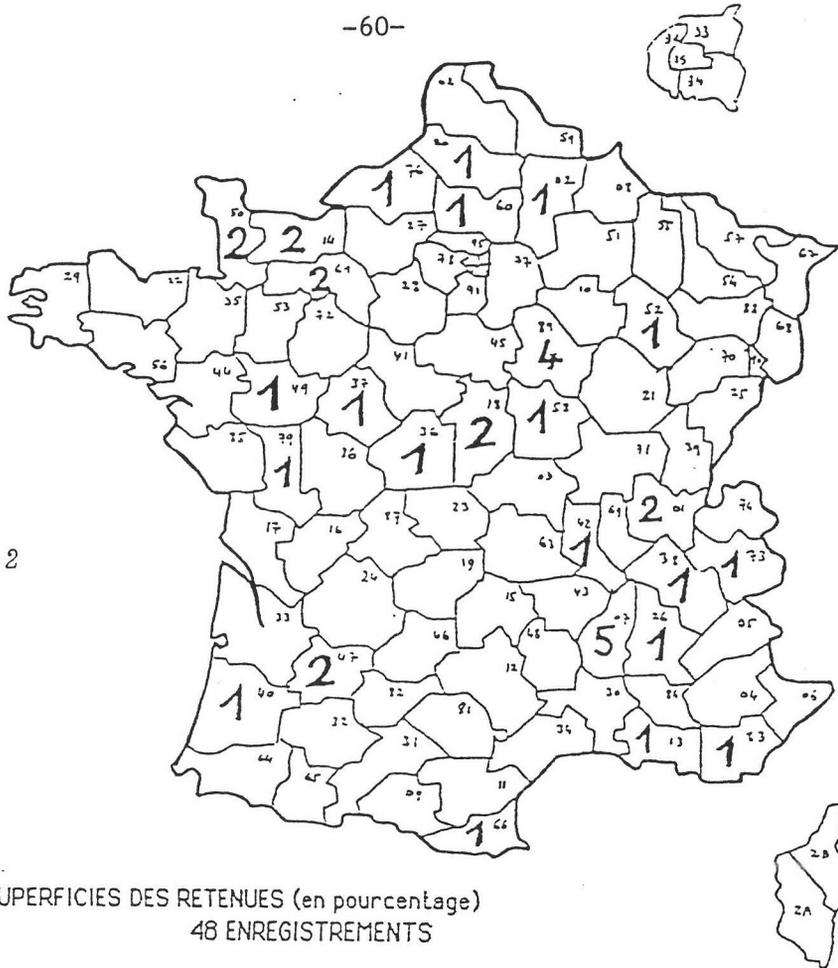


FIGURE N° 12

SUPERFICIES DES RETENUES (en pourcentage)
48 ENREGISTREMENTS

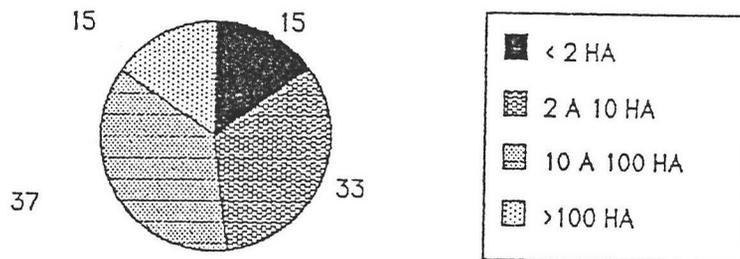


FIGURE N° 13

USAGES DES RETENUES (en pourcentage)
37 ENREGISTREMENTS

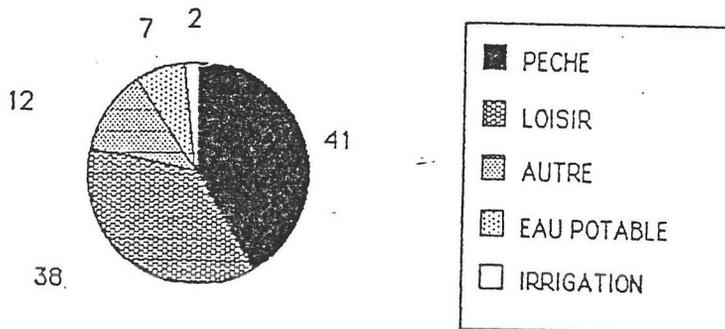


FIGURE N ° 14

NUISANCES DANS LES RETENUES (en pourcentage)
39 ENREGISTREMENTS

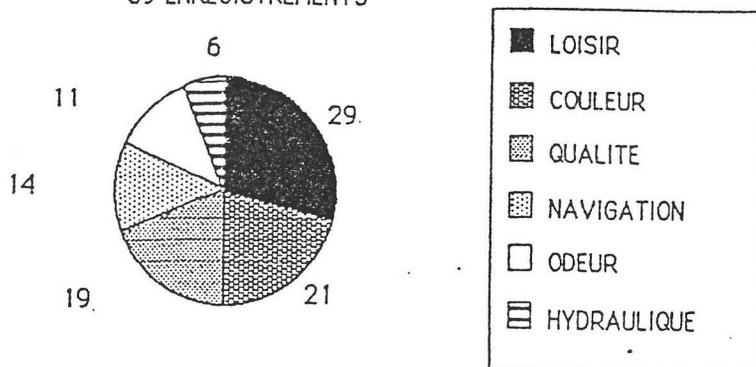


FIGURE N ° 15

2.2.1.2. - Les retenues

a - Répartition géographique

La figure N° 12 montre la répartition géographique des 39 retenues touchées par la prolifération. Le nord ouest de la France et la vallée du Rhône semblent les plus touchés par ces problèmes liés aux plantes aquatiques.

b - Superficie

La figure N° 13 montre les parts des retenues de superficie différentes.

Celles de 2 à 100 ha représentent plus des deux tiers des cas signalés.

c - Usages

La figure N° 14 montre les parts respectives des usages dans les retenues. Pêche (41 %) et loisir (38 %) sont les usages les plus courants des retenues, comme dans les lacs. Ces milieux constituent dans 12 % des cas des réserves en eau potable.

d - Nuisances

La figure N° 15 montre les parts respectives des nuisances qui affectent les retenues. La nuisance la plus fréquente est la qualité de l'eau avec la couleur et l'odeur (51% des cas). La gêne vis à vis des loisirs ne représente que 29 % des nuisances. On constate que dans les retenues, cette gêne vis à vis des loisirs est une nuisance moins fréquente que dans les lacs, en revanche la navigation et les nuisances hydrauliques y sont plus importantes.

e - Impact des nuisances selon la superficie des retenues

Tableau n° 7 - Impact des nuisances selon la superficie des retenues

NUISANCES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	SUPERFICIE (ha)			
		0 à 2	2 à 10	10 à 100	> à 100
Loisir	21	14 %	38 %	38 %	14 %
Couleur	15	-	40 %	40 %	20 %
Qualité	13	7 %	31 %	39 %	23 %
Navigation	10	10 %	30 %	40 %	20 %

Le tableau N° 17 montre le même phénomène que pour les lacs ; les retenues de 2 à 10 ha et de 10 à 100 ha sont les plus touchées par ces problèmes. Cependant, les grandes retenues de superficie supérieure à 100 ha sont aussi touchées (20 % des cas), ce qui n'est pas négligeable.

f - Gênes aux usages

Tableau n° 8 - Interactions entre les usages des retenues et leurs nuisances

NUISANCES	NOMBRE D'ENRE- GISTREMENTS	USAGES			
		LOISIR	EAU POTABLE	IRRIGA- TION	PECHE
Loisir	45	49 %	5 %	2 %	44 %
Couleur	30	43 %	11 %	3 %	43 %
Qualité	30	42 %	17 %	3 %	38 %
Navigation	21	52 %	-	-	48 %

Le tableau N° 8 montre que, comme dans les lacs, les gênes vis à vis des loisirs et de la pêche sont notables mais dans des proportions un peu différentes respectivement 47 % et 43 % en moyenne. Il est intéressant de noter que les pourcentages d'usages gênés par les nuisances sont comparables dans les lacs et dans les retenues.

Les mêmes remarques au sujet des lacs peuvent être faites ici.

Conclusion sur les plans d'eau :

Il existe de nombreuses similitudes entre les lacs et les retenues, dans les superficies, les usages, les nuisances. Mais le nombre de retenues est de 39 alors que celui des lacs est de 27.

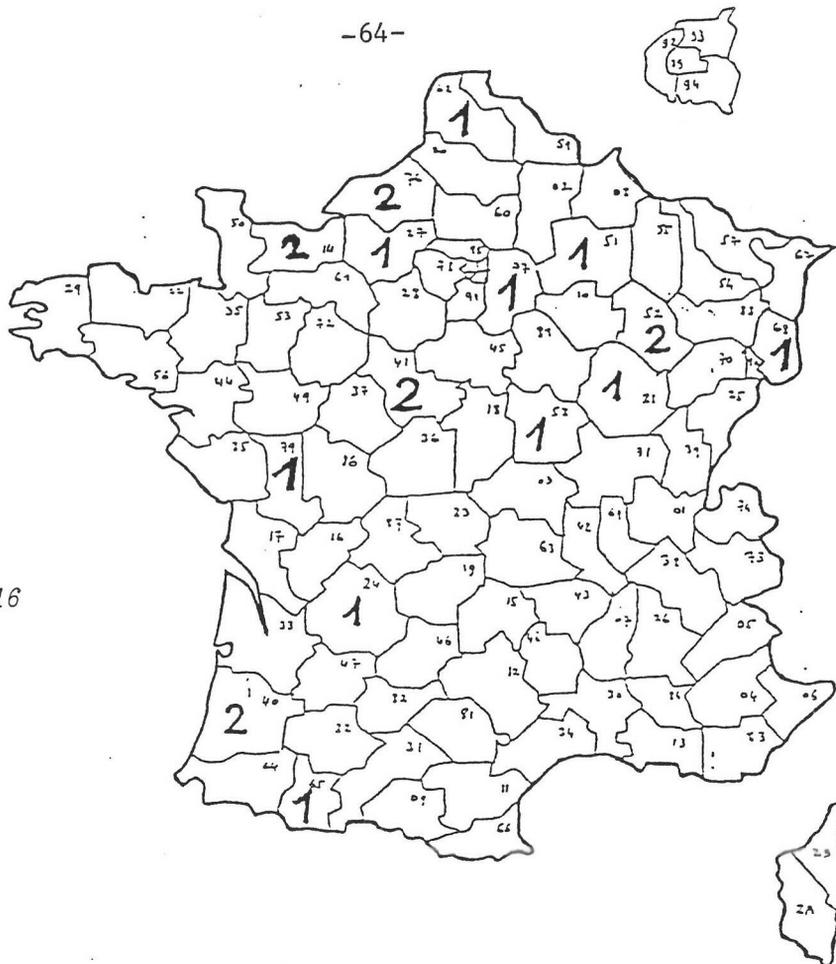


FIGURE N ° 16

LARGEURS DU LIT DES RIVIERES (en pourcentage)
19 ENREGISTREMENTS

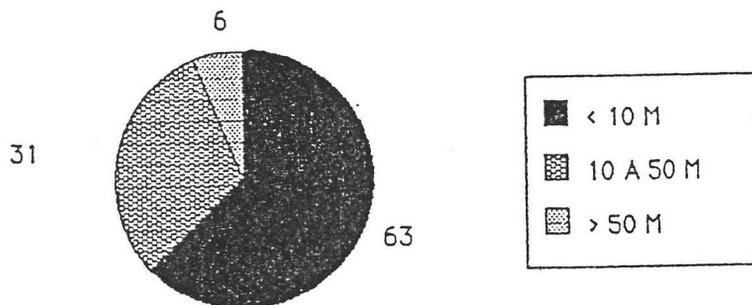


FIGURE N ° 17

NUISANCES DANS LES RIVIERES (en pourcentage)
21 ENREGISTREMENTS

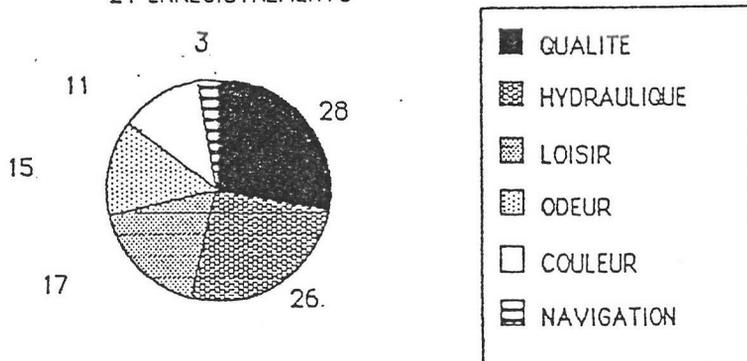


FIGURE N ° 1

2.2.1.3. - Les rivières

a - Répartition géographique

La figure N° 16 montre la répartition géographique des 18 rivières touchées par la prolifération. Elles se trouvent dans la partie Ouest et Nord-Ouest de la France.

b - Largeur du lit

La figure N° 17 met en évidence la faible largeur du lit des rivières recensées. 63 % ont un lit inférieur à 10 m : la profondeur y est faible donc la prolifération des plantes peut y être de ce fait plus importante.

c - Nuisances

La figure N° 18 montre que 54 % des nuisances sont en rapport avec la qualité de l'eau, sa couleur, son odeur. Cela peut être dû au fait que les rivières ont été jusqu'à ce jour mieux étudiées et que l'on se rend mieux compte de la qualité de l'eau (indices biotiques...). Les nuisances hydrauliques représentent 26 % des nuisances totales.

d - Impact des nuisances selon la largeur du lit

Le tableau N° 9 montre que les nuisances hydrauliques et celles liées à la qualité de l'eau sont les plus gênantes dans les petites rivières de 1 à 10 m de large. Les plantes aquatiques peuvent y diminuer la surface mouillée du lit et

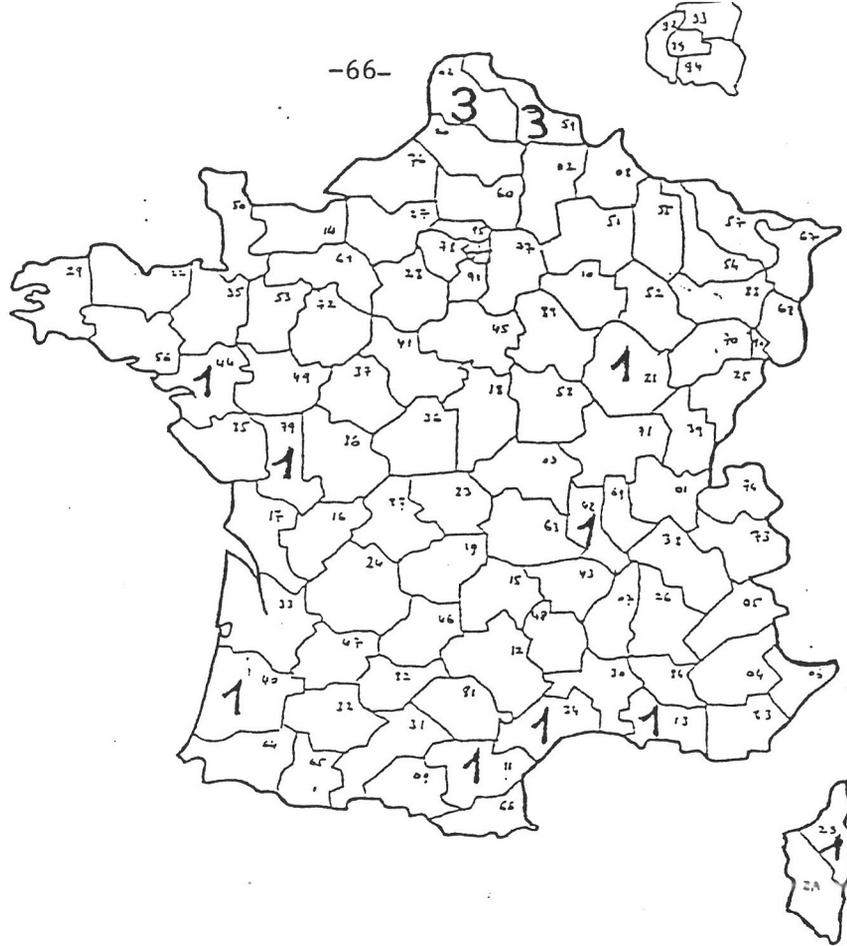


FIGURE N ° 19

FONCTIONS DES CANAUX (en pourcentage)
21 ENREGISTREMENTS

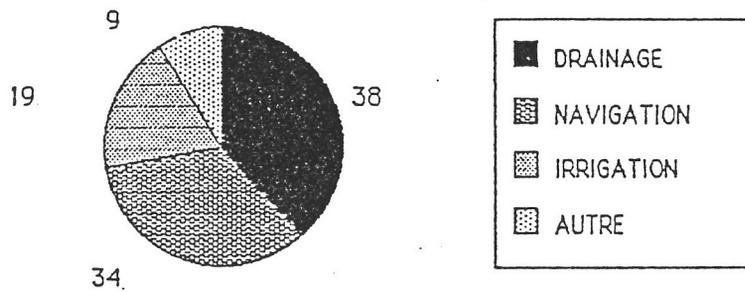


FIGURE N ° 20

NUISANCES DANS LES CANAUX (en pourcentage)
13 ENREGISTREMENTS

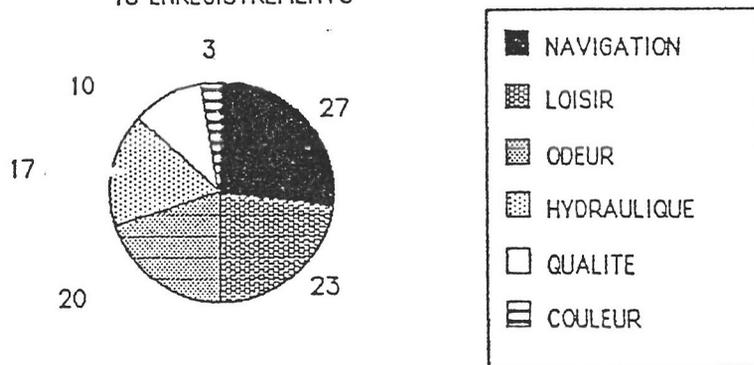


FIGURE N ° 21

y représenter . alors une nuisance d'autant plus importante que la section mouillée est faible.

Tableau n° 9 - Impact des nuisances selon la largeur du lit des rivières

NUISANCES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	LARGEUR (m)		
		1 à 10	10 à 50	> à 50
Qualité	11	55 %	36 %	9 %
Hydraulique	11	73 %	27 %	-
Loisir	6	43 %	43 %	14 %
Odeur	6	50 %	50 %	-

2.2.1.4 - Les canaux

a - Répartition géographique

La figure n° 19 montre la répartition géographique des 13 canaux ou groupes de canaux recensés. Le Nord, le Marais Poitevin, les réseaux de drainage et d'irrigation du Sud-Est sont concernés par ces problèmes.

b - Fonction des canaux

La figure n° 20 indique que les principaux canaux touchés sont les canaux de drainage (38 %) et ceux de navigation (38 %) mais ces chiffres ne sont guère significatifs car ces pourcentages sont calculés à partir de 13 enregistrements.

c - Nuisances

La figure N° 21 montre la gêne vis à vis de la navigation (27 %) ainsi que vis à vis des loisirs (23 %). Les nuisances hydrauliques restent assez importantes.

d - Impact des nuisances sur les fonctions des canaux

Tableau n° 10 - Impact des nuisances sur les fonctions des canaux

NUISANCES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	FONCTIONS		
		Drainage	Irrigation	Navigation
Navigation	14	43 %	50 %	7 %
Loisir	14	43 %	50 %	7 %
Odeur	13	46 %	46 %	8 %
Hydraulique	6	33 %	17 %	50 %

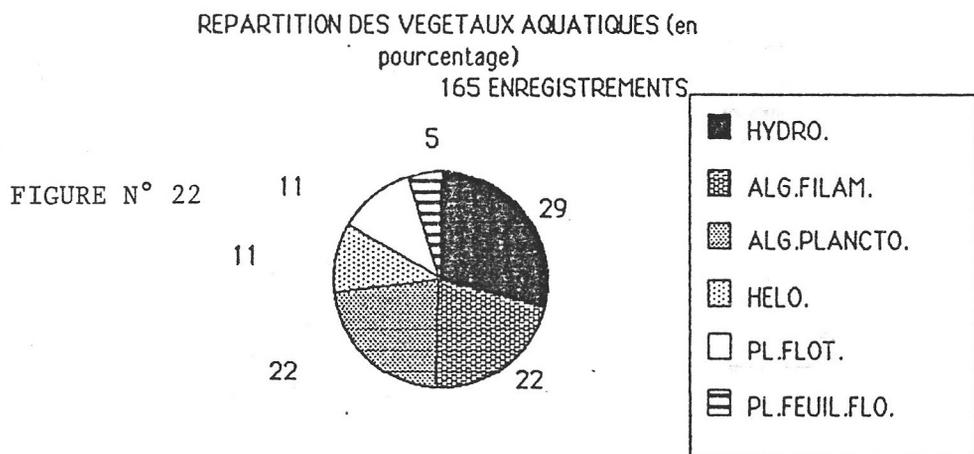
Le tableau N° 10 met en évidence une certaine uniformité : les principales gênes vis à vis du drainage, de la navigation et de l'irrigation sont dans les mêmes proportions, le drainage dans 45 % des cas, la navigation dans 49 % des cas et l'irrigation dans 7 % des cas. Il est intéressant de noter que les nuisances hydrauliques touchent beaucoup les canaux d'irrigation.

Conclusion sur les canaux

Le nombre de données enregistrées sur les canaux est trop faible pour pouvoir rendre significatifs tous les résultats précédents. Il faut cependant en tenir compte car ils constituent le milieu principal de prolifération des lentilles d'eau.

2.2.2. - Les plantes aquatiques

2.2.2.1. - Répartition des plantes aquatiques



La figure n° 22 indique la fréquence de prolifération des différents types de plantes. Il faut remarquer la part importante des algues aussi bien filamenteuses que planctoniques (44 %) et des plantes entièrement immergées (hydrophytes, plantes flottantes et à feuilles flottantes : 45 %).

Sur les fiches, la présence simultanée de plusieurs types de plantes est souvent mentionnée. On note dans le tableau n° 11 :

Tableau n° 11 -

Nombre de types de plantes mentionnés	1	2	3	4	5
Nombre de fiches concernées	52	27	13	5	1

Le plus fréquemment, un, deux ou trois types de plantes prolifèrent.

2.2.2.2 - Espèces rencontrées

Sur certaines fiches, des noms d'espèces ont été indiqués, en voici la liste et leur fréquence dans le tableau n° 12.

ESPECES	FREQUENCES D'OBSERVATION
Elodea canadensis	4
Characées	3
Lagarosiphon major	2
Ludwigia peploïdes	2
Potamogeton Filiformis	2
Myriophylles	2
Glyceria	1
Phragmites	1
Polygonum	1
Microcystis aeruginosa	1
Hydrodictyon	1
Typha	1
Jussiaea repens	1
Cératophylles	1
Renoncules	1

2.2.2.3 - Plantes et milieux

Tableau n° 13 - Répartition selon les milieux

NUISANCES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	MILIEUX			
		LAC	RETENUE	RIVIERE	CANAL
Hydrophytes	47	32 %	38 %	18 %	12 %
Algues filamenteuses	36	24 %	36 %	32 %	8 %
Algues planctoniques	36	22 %	59 %	14 %	5 %
Hélophytes	17	35 %	20 %	30 %	15 %
Plantes à feuilles flottantes	10	46 %	15 %	23 %	16 %
Plantes flottantes	19	35 %	5 %	20 %	40 %

Le tableau n° 13 montre la présence des espèces végétales aquatiques dans les différents milieux.

On note que pour toutes les espèces, sauf les plantes flottantes, les fréquences maxima de prolifération ont lieu dans les retenues et les lacs ; les fréquences minima de prolifération sont dans les canaux. Quant aux plantes flottantes, elles se développent excessivement dans les canaux (40 %).

Tableau n° 14 - Répartition de la végétation dans un milieu donnée

MILIEUX	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	PLANTES					
		HYDROPHYTES	ALGUES FILAM.	ALGUES PLANCT.	HELOPHYTES	PL. FEUI. FLOT.	PLANTES FLOT.
Lac	53	30 %	17 %	16 %	13 %	11 %	13 %
Retenue	60	32 %	22 %	35 %	6 %	3 %	2 %
Rivière	39	23 %	31 %	13 %	15 %	8 %	10 %
Canal	24	25 %	13 %	8 %	13 %	8 %	33 %

Dans le tableau n° 14, on remarque que :

- dans les lacs, les hydrophytes constituent la plus grande part de végétation (30 %),

- dans les retenues, les hydrophytes et les algues planctoniques constituent respectivement 32 et 35 % de la végétation,

- dans les rivières, les algues filamenteuses représentent 31 % de la végétation aquatique,

- dans les canaux, on retrouve la constatation du tableau précédent c'est-à-dire que les plantes flottantes constituent le tiers des plantes qui prolifèrent.

2.2.2.4 - Plantes et nuisances

Tableau n° 15 - Répartition des nuisances occasionnées par les plantes aquatiques

PLANTES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	NUISANCES					
		HYDRAULIQUE	QUALITE	ODEUR	COULEUR	LOISIR	NAVIGATION
Hydrophytes	94	15 %	16 %	6 %	11 %	37 %	15 %
Algues fil.	80	12 %	22 %	8 %	24 %	26 %	8 %
Algues plancto.	75	3 %	27 %	12 %	31 %	23 %	4 %

Le tableau n° 15 indique la part des diverses nuisances occasionnées par les principales plantes aquatiques. On retrouve que la gêne vis-à-vis des loisirs, de la qualité de l'eau et sa couleur sont les principales nuisances. On remarque que les algues détériorent la qualité de l'eau et provoquent des colorations vertes ou brunâtres.

2.2.2.5 - Plantes et usages

Tableau n° 16 - Relation entre les usages des plans d'eau et la prolifération des plantes aquatiques

PLANTES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	USAGES				
		LOISIR	EAU POTABLE	IRRIGATION	PECHE	BAIGNADE
Hydrophytes	63	41 %	3 %	3 %	46 %	7 %
Algues fil.	43	42 %	-	7 %	42 %	9 %
Algues plancto.	56	36 %	9 %	4 %	39 %	12 %

Le tableau n° 16 concerne les plans d'eau, lacs ou retenues. On voit que les usages loisir et pêche (plus de 80 % des usages totaux) sont gênés de la même façon par les hydrophytes, les algues filamenteuses et planctoniques.

Tableau n° 17 - Relation entre les usages des canaux et la prolifération des plantes

PLANTES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS	FONCTIONS		
		DRAINAGE	NAVIGATION POTABLE	IRRIGATION
Plantes flottantes	14	50 %	43 %	7 %
Hydrophytes	7	28 %	29 %	43 %

Dans le tableau n° 19, on retrouve l'importance du faucardage sur les hydrophytes et les algues filamenteuses. On note que 18 % des contrôles des algues filamenteuses sont biologiques : utilisation des carpes chinoises.

2.2.3.4 - Efficacité des contrôles

Tableau n° 20 - Efficacité des contrôles

CONTROLES	NOMBRE D'ENREGISTREMENTS			
		REDUITE	MOYENNE	BONNE
Faucardage	23	36 %	43 %	21 %
Récolte	2	100 %	-	-
Chimique	8	38 %	38 %	24 %
Biologique	5	40 %	20 %	40 %

Le tableau n° 20 indique l'efficacité de chaque contrôle. Le faucardage et le contrôle chimique sont moyennement ou peu efficaces. Le chiffre de 100 % d'efficacité réduite pour la récolte est à priori aberrant car en général une récolte doit permettre la disparition de la végétation contrôlée avec une efficacité notable même si elle n'est pas durable.

CONCLUSION GENERALE

Le nombre de réponses est important mais cependant trop peu important pour permettre une approche statistique : la grande diversité des réponses est également une limitation du traitement des données.

Des réponses restent subjectives : cela est dû essentiellement à l'ambiguïté des questions trop peu explicites et à leur imprécision. Il serait nécessaire de prévoir une grille d'analyse de chaque situation, plus complète, plus précise et ainsi de limiter les erreurs possibles d'interprétation de la part de "l'enquête".

Il est difficile de déterminer la représentativité de cet échantillon réduit par rapport aux problèmes qui se posent sur l'ensemble du territoire : contacter d'autres interlocuteurs serait utile.

On retrouve dans les résultats de l'enquête des évidences par exemple :

- La part importante des retenues, des milieux artificiels : il s'agit d'une réponse de l'environnement à une modification du milieu.
- La part importante des hydrophytes et des algues.
- Les gênes les plus importantes vis à vis des loisirs et de la pêche.
- La part importante des essais de contrôle par faucardage.

L'image obtenue par cette enquête reste un schéma, une ébauche à préciser par une approche plus complète, plus précise ; elle serait destinée à mieux comprendre le problème, mieux analyser les situations et les solutions de contrôle afin d'aider plus efficacement les gestionnaires des milieux aquatiques encore souvent désarmés devant ces problèmes.

BIBLIOGRAPHIE

Association de coordination technique agricole (1987).-

Les plantes aquatiques :

Tome 1 : Milieu aquatique et flore, 60 p.

Tome 2 : Clé de détermination, 60 p.

Tome 3 : Plantes - Index, 44 p.

Tome 4 : Entretien désherbage, 40 p.

DUSSART B. (1966).-

Limnologie : l'étude des eaux continentales - Géobiologie
Ecologie - Aménagement, 676 p.

GOPAL B. (1982).-

Biological and ecological considerations in aquatic
management in "6th international symposium on aquatic
weeds" - Yougoslavie, p. 152-158.

HASLAM S. (1982).-

Major factors determining the distribution of macrophytic
vegetation in the watercourses of the European Economic
Community in "6th international symposium on aquatic
weeds" - Yougoslavie, p. 105-112.

LE MOINE C., CLAUSTRES G. (1981).-

Les fleurs des eaux et des marais, 31 p.

MARSHALL E.J.P., WESTLAKE D.F. (1978).-

Recent studies on the role of aquatic macrophytes in their ecosystem in "5th international symposium on aquatic weeds" - Hollande, p. 43-51.

MITCHELL D.S. (1974).-

Aquatic vegetation and its use and controle - UNESCO Paris, 135 p.

DEPT NOM DU MILIEU

1 ST PAUL DE VARAX	18 AURON
1 PARC DE BOUVENT	18 ARMON
1 LAC DE BARTERAND	20 MARANA-CASINCA
1 ETANG DE LESINES	21 ETANG ROYAL
1 GRAVIERE DE BOUVENT	21 SEINE
2 L'AILETTE	24 LES BEUNES
2 LA LOGETTE	26 LAC DE CHAMPO
2 ETANG COMMUNAL DE ST SIMON	27 RISLE
2 PLANS D'EAU	30 JARDINS DE LA FONTAINE
7 ST MARTIAL	34 CANAL P.LAMOUR
7 PLAN D'EAU DE COUCOURON	36 CREUSE
7 PLAN D'EAU DE DEVESSET	37 CHEMILLE
7 PONT DE BOYON	38 PLAN D'EAU DE ROYBON
7 LAC D'ISSARIES	38 ETANG LES GARGUES
7 ST VINCENT DE DURFORT	40 ESCAMAT
11 CANAUX	40 BOUDIGAU
13 CANAL DE PROVENCE	40 ETANGS
13 REALTOR	40 COURANT DE BOUDIGAU
14 ORNE	40 RETENUE DES FORGES
14 DATHEE	41 ETANGS
14 TOUQUES	41 PETITE RIVIERE
14 DIVES	41 INDRE, CHER, LOIRE, EURE, LOIR
14 BIEZ	42 PLAN D'EAU ST PIERRE DE BOEUF

42 CANAL DU FOREZ	68 LAUCH
44 CANAL DE NANTES A BREST	69 CAMPUS
44 BOISE DE MAUVES	69 MIRIBEL - PARC DE LOISIRS
45 ETANGS DE BEON	71 ETANG DU VALLON
47 MONFLANQUIN LAC	71 GRAND PAQUIER
47 LAC DE CLARENS	73 LAC DE ST HELENE
49 LAC DE MAINE	73 PLAN D'EAU
49 CHATEAU DU PLESSIS BOURRE	76 DURDENT, SCIE, SAANE, VALMONT
50 VIRE	76 LEZARDE
50 SEMILLY	76 BALLASTIERES EN FOND DE VALLEE
50 SELUNE	77 YERRES, RU D'ANCOEUR
51 VESLE	77 BALLAY
51 ETANG DE GIURY	79 LE CEBRON
52 BLAISE	79 MARAIS POITEVIN
52 L'AUBE	80 LA CHAUSSEE TIRANCOURT
52 LAC DU DER-CHANTECOQ	80 ETANGS DE MERICOURT
58 PRUCY L'ORGUEILLEUX	83 LE PLEIN SUD
59 CANAL DE BERGUES	83 VACANCES BLEUES
59 CANAL DE LA HAUTE COLME	86 DOUSSAY
59 CANAL DE BOURBOURG	87 ETANG DE M.L.DESBORDES
60 INSTITUT DE FRANCE	89 LAC DE BEINES
61 UISANCE	89 BOURDON
61 ORNE	89 MOUTIERS
62 ZONE DE WATERINGUES	89 BAUROIS
62 CANAL D'AUDRUICQ	
62 CANAL DE CALAIS	
65 ADOUR	
66 VILLENEUVE LA RAMO	

ANNEXE N° 2 : PROGRAMME "TYPEAU" DIFFERENTS TYPES DE MILIEUX AQUATIQUES

USE UEGENQUE

STORE "PROGRAMME TYPEAU - DIFFERENTS TYPES DE MILIEUX AQUATIQUES" TO T
 STORE "EFFECTIF DU FICHIER TRAITE" TO T
 COUNT TO 5

STORE "LAC OU ETANG" TO T
 SUM LAC TO P
 STORE " POURCENTAGE DE LACS" TO T
 ?100*P/5
 STORE "RETEÑUE" TO T
 SUM RETENUE TO Q
 STORE " POURCENTAGE DES RETENUES" TO T
 ?100*Q/5
 STORE "SOMME DES PLANS D'EAU" TO T
 COUNT FOR LAC=1.OR.RETENUE=1 TO M
 STORE "POURCENTAGE DES PLANS D'EAU" TO T
 ?100*M/5

STORE "SUPERFICIE < 2 ha" TO T
 COUNT FOR SURF=1 TO A
 STORE "% DES PLANS D'EAU < 2 ha" TO T
 ?100*A/M
 STORE "SUPERFICIE DE 2 A 10 ha" TO T
 COUNT FOR SURF=2 TO B
 STORE "% DES PLANS D'EAU DE 2 A 10 ha" TO T
 ?100*B/M
 STORE "SUPERFICIE DE 10 A 100 ha" TO T
 COUNT FOR SURF=3 TO C
 STORE "% DES PLANS D'EAU DE 10 A 100 ha" TO T
 ?100*C/M
 STORE "SUPERFICIE > 100 ha" TO T
 COUNT FOR SURF=4 TO D
 STORE "% DES PLANS D'EAU > 100 ha" TO T
 ?100*D/M

STORE "LOISIR" TO T
 SUM LOIS TO E
 STORE "PART DES LOISIRS" TO T
 ?100*E/M
 STORE "EAU POTABLE" TO T
 SUM AEP TO F
 STORE "PART D'EAU POTABLE" TO T
 ?100*F/M
 STORE "IRRIGATION" TO T
 SUM IRRIG TO G
 STORE "PART D'IRRIGATION" TO T
 ?100*G/M

STORE "PECHE" TO T
 SUM PECHE TO H
 STORE "PART DE LA PECHE" TO T
 ?100*H/M
 STORE "BAIGNADE" TO T
 COUNT FOR AUTRES="BAIGNADE" TO I
 STORE "PART DE LA BAIGNADE" TO T
 ?100*I/M

STORE "COURS D'EAU" TO T
 SUM RIV TO J
 STORE "POURCENTAGE DES COURS D'EAU" TO T
 ?100*J/5
 STORE "LARGEUR < 10 M" TO T
 COUNT FOR LARG=1 TO K
 STORE "PART DES RIVIERES < 10M" TO T
 ?100*K/P
 STORE "LARGEUR > 10 M ET < 50 M" TO T
 COUNT FOR LARG=2 TO L
 ?100*L/P
 STORE "LARGEUR > 50 M" TO T
 COUNT FOR LARG=3 TO N
 ?100*N/P

STORE "% DES CANAUX" TO T
 SUM CANAL TO O
 ?100*O/5
 STORE "CANAUX DE DRAINAGE" TO T
 SUM DRAIN TO R
 ?100*R/O
 STORE "CANAUX D'IRRIGATION" TO T
 SUM ARROS TO R
 ?100*R/O
 STORE "CANAUX DE NAVIGATION" TO T
 SUM NAVIG TO U
 ?100*U/O
 STORE "AUTRE FONCTION " TO T
 SUM AL TO V
 ?100*V/O

STORE "NUIS. HYDRAULIQUES" TO T
 ?100*19/5
 STORE "NUIS.QUALITE" TO T
 ?100*34/5
 STORE "NUIS.ODEUR" TO T
 ?100*22/5
 STORE "NUIS.COULEUR" TO T
 SUM COUL TO W
 ?100*W/5
 STORE "NUIS.LOISIR" TO T
 ?100*54/5
 STORE "NUIS.NAVIGATION" TO T
 ?100*22/5

STORE "PLANTES EMERGEES" TO T
 SUM HELO TO X
 STORE "PLANTES IMMERGEES" TO T
 SUM HYDRO TO Y
 STORE "PLANTES A FEUILLES FLOTTANTES" TO T
 SUM FEUIFLOT TO Z
 STORE "PLANTES FLOTTANTES " TO T
 SUM FLOT TO A
 STORE "ALGUES FILAMENTEUSES" TO T
 SUM ALGFIL TO B
 STORE "ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
 SUM ALGPLA TO C

STORE "CONTROLE MECANIQUE" TO T
 SUM MECA TO D
 STORE "FAUCARDAGE " TO T
 SUM FAUC TO E
 STORE "RECOLTE" TO T
 SUM RECOLT TO F
 STORE "CONTROLE CHIMIQUE" TO T

SUM CHIM TO G
 STORE "CONTROLE BIO. POISSONS" TO T
 COUNT FOR BIO=1 TO H
 STORE "CONTROLE BIO.OISEAUX" TO T
 COUNT FOR BIO=2 TO I

STORE "EFFICACITE REDUITE" TO T
 COUNT FOR EFF=1 TO J
 STORE "EFFICACITE MOYENNE " TO T
 COUNT FOR EFF=2 TO K
 STORE "EFFICACITE BONNE" TO T
 COUNT FOR EFF=3 TO L

STORE "LAC ET NUISANCE" TO T
 COUNT FOR LAC=1.AND.HYDR=1 TO A
 COUNT FOR LAC=1.AND.QUAL=1 TO B
 COUNT FOR LAC=1.AND.OD=1 TO C
 COUNT FOR LAC=1.AND.COUL=1 TO D
 COUNT FOR LAC=1.AND.LOISIR=1 TO E
 COUNT FOR LAC=1.AND.NAV=1 TO F

STORE "NUISANCE LOISIR ET SUPERFICIE" TO T
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=1 TO A
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=2 TO B
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=3 TO C
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUISANCE COULEUR ET SUPERFICIE" TO T
 COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=1 TO A
 COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=2 TO B
 COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=3 TO C
 COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUISANCE QUALITE ET SUPERFICIE" TO T
 COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=1 TO A
 COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=2 TO B
 COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=3 TO C
 COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUISANCE LOISIR ET USAGE" TO T
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.LOIS=1 TO A
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.AEP=1 TO B
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.IRRIG=1 TO C
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "NUISANCE COULEUR ET USAGE" TO T
 COUNT FOR COUL=1.AND.LOIS=1 TO A
 COUNT FOR COUL=1.AND.AEP=1 TO B
 COUNT FOR COUL=1.AND.IRRIG=1 TO C
 COUNT FOR COUL=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "NUISANCE QUALITE ET USAGE" TO T
 COUNT FOR QUAL=1.AND.LOIS=1 TO A
 COUNT FOR QUAL=1.AND.AEP=1 TO B
 COUNT FOR QUAL=1.AND.IRRIG=1 TO C
 COUNT FOR QUAL=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "CONTROLE :FAUCARDAGE,RECOLTE,CHIMIQUE,BIOLOGIQUE" TO T
 COUNT FOR FAUC=1 TO A
 COUNT FOR RECOLT=1 TO B
 COUNT FOR CHIM=1 TO C
 COUNT FOR BIO=1.OR.BIO=2 TO D

STORE "PLANTES ET LAC" TO T
 COUNT FOR HELO=1 TO A
 COUNT FOR HYDRO=1 TO B
 COUNT FOR FEUIFLOT=1 TO C
 COUNT FOR FLOT=1 TO D
 COUNT FOR ALGFIL=1 TO E
 COUNT FOR ALGPLA=1 TO F

STORE "NUISANCE LOISIR ET SUPERFICIE" TO T
COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=1 TO A
COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=2 TO B
COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=3 TO C
COUNT FOR LOISIR=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUISANCE COULEUR ET SUPERFICIE" TO T
COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=1 TO A
COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=2 TO B
COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=3 TO C
COUNT FOR COUL=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUISANCE QUALITE ET SUPERFICIE" TO T
COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=1 TO A
COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=2 TO B
COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=3 TO C
COUNT FOR QUAL=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUIS NAVIGATION ET SUPERFICIE" TO T
COUNT FOR NAV=1.AND.SURF=1 TO A
COUNT FOR NAV=1.AND.SURF=2 TO B
COUNT FOR NAV=1.AND.SURF=3 TO C
COUNT FOR NAV=1.AND.SURF=4 TO D

STORE "NUISANCE LOISIR ET USAGE" TO T
COUNT FOR LOISIR=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR LOISIR=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR LOISIR=1.AND.IRRIG=1 TO C
COUNT FOR LOISIR=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "NUISANCE COULEUR ET USAGE" TO T
COUNT FOR COUL=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR COUL=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR COUL=1.AND.IRRIG=1 TO C
COUNT FOR COUL=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "NUISANCE QUALITE ET USAGE" TO T
COUNT FOR QUAL=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR QUAL=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR QUAL=1.AND.IRRIG=1 TO C
COUNT FOR QUAL=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "NUISANCE NAVIGATION ET USAGE" TO T
COUNT FOR NAV=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR NAV=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR NAV=1.AND.IRRIG=1 TO C

COUNT FOR NAV=1.AND.PECHE=1 TO D

STORE "CONTROLE:FAUCARDAGE,RECOLTE,CHIMIQUE,BIOLOGIQUE" TO T
COUNT FOR FAUC=1 TO A
COUNT FOR RECOLT=1 TO B
COUNT FOR CHIM=1 TO C
COUNT FOR BIO=1.OR.BIO=2 TO D

STORE "PLANTES ET RETENUE" TO T
COUNT FOR HELO=1 TO A
COUNT FOR HYDRO=1 TO B
COUNT FOR FEUIFLOT=1 TO C
COUNT FOR FLOT=1 TO D
COUNT FOR ALGFIL=1 TO E
COUNT FOR ALGPLA=1 TO F

ANNEXE N° 5 : PROGRAMME RETENUE

ANNEXE N ° 6

PROGRAMME RIVIERE

STORE "NUIS.HYDR. ET LARGEUR" TO T
 COUNT FOR HYDR=1.AND.LARG=1 TO A
 COUNT FOR HYDR=1.AND.LARG=2 TO B
 COUNT FOR HYDR=1.AND.LARG=3 TO C

STORE "NUIS.QUALITE ET LARGEUR" TO T
 COUNT FOR QUAL=1.AND.LARG=1 TO A
 COUNT FOR QUAL=1.AND.LARG=2 TO B
 COUNT FOR QUAL=1.AND.LARG=3 TO C

STORE "NUIS.LOISIR ET LARGEUR" TO T
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.LARG=1 TO A
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.LARG=2 TO B
 COUNT FOR LOISIR=1.AND.LARG=3 TO C

STORE "ODEUR ET LARGEUR" TO T
 COUNT FOR OD=1.AND.LARG=1 TO A
 COUNT FOR OD=1.AND.LARG=2 TO B
 COUNT FOR OD=1.AND.LARG=3 TO C

STORE "CONTROLE:FAUCARDAGE,RECOLTE,CHIMIQUE,BIOLOGIQUE" TO T
 COUNT FOR FAUC=1 TO A
 COUNT FOR RECOLT=1 TO B
 COUNT FOR CHIM=1 TO C
 COUNT FOR BIO=1.OR.BIO=2 TO D

STORE "PLANTES ET RIVIERE" TO T
 COUNT FOR HELO=1 TO A
 COUNT FOR HYDRO=1 TO B
 COUNT FOR FEUIFLOT=1 TO C
 COUNT FOR FLOT=1 TO D
 COUNT FOR ALGFIL=1 TO E
 COUNT FOR ALGPLA=1 TO F

STORE "CANAL ET PLANTES" TO T
 COUNT FOR HELO=1 TO A
 COUNT FOR HYDRO=1 TO B
 COUNT FOR FEUIFLOT=1 TO C
 COUNT FOR FLOT=1 TO D
 COUNT FOR ALGFIL=1 TO E
 COUNT FOR ALGPLA=1 TO F

ANNEXE N° 7

PROGRAMME CANAL

STORE "CANAL ET CONTROLE" TO T
 COUNT FOR FAUC=1 TO A
 COUNT FOR RECOLT=1 TO B
 COUNT FOR CHIM=1 TO C
 COUNT FOR BIO=1.OR.BIO=2 TO D

STORE "USAGES DU CANAL ET NUISANCES" TO T
 STORE "DRAINAGE" TO T
 COUNT FOR DRAIN=1.AND.NAV=1 TO A
 COUNT FOR DRAIN=1.AND.LOISIR=1 TO B
 COUNT FOR DRAIN=1.AND.OD=1 TO C
 COUNT FOR DRAIN=1.AND.HYDR=1 TO D
 STORE "NAVIGATION" TO T
 COUNT FOR NAVIG=1.AND.NAV=1 TO A
 COUNT FOR NAVIG=1.AND.LOISIR=1 TO B
 COUNT FOR NAVIG=1.AND.OD=1 TO C
 COUNT FOR NAVIG=1.AND.HYDR=1 TO D
 STORE "IRRIGATION" TO T
 COUNT FOR ARROS=1.AND.NAV=1 TO A
 COUNT FOR ARROS=1.AND.LOISIR=1 TO B
 COUNT FOR ARROS=1.AND.OD=1 TO C
 COUNT FOR ARROS=1.AND.HYDR=1 TO D

STORE "USAGES DU CANAL ET PRINCIPALES PLANTES" TO T
 STORE "PLANTES FLOTTANTES" TO T
 COUNT FOR FLOT=1.AND.DRAIN=1 TO A

COUNT FOR FLOT=1.AND.NAVIG=1 TO B
 COUNT FOR FLOT=1.AND.ARROS=1 TO C
 STORE "HYDROPHYTES" TO T
 COUNT FOR HYDRO=1.AND.DRAIN=1 TO A
 COUNT FOR HYDRO=1.AND.NAVIG=1 TO B
 COUNT FOR HYDRO=1.AND.ARROS=1 TO C

ANNEXE N° 8 : PROGRAMME PLANTE

```

STORE "PLANTES ET MILIEUX" TO T

STORE "LAC ET HYDROPHYTES" TO T
COUNT FOR LAC=1.AND.HYDRO=1 TO A
STORE "LAC ET ALGUES FILAMENTEUSES" TO T
COUNT FOR LAC=1.AND.ALGFIL=1 TO B
STORE "LAC ET ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
COUNT FOR LAC=1.AND.ALGPLA=1 TO C

STORE "RETIENUE ET HYDROPHYTES" TO T
COUNT FOR RETENUE=1.AND.HYDRO=1 TO A
STORE "RETIENUE ET ALGUES FILAMENTEUSES" TO T

COUNT FOR RETENUE=1.AND.ALGFIL=1 TO B
STORE "RETIENUE ET ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
COUNT FOR RETENUE=1.AND.ALGPLA=1 TO C

STORE "RIVIERE ET HYDROPHYTES" TO T
COUNT FOR RIV=1.AND.HYDRO=1 TO A
STORE "RIVIERE ET ALGUES FILAMENTEUSES" TO T
COUNT FOR RIV=1.AND.ALGFIL=1 TO B
STORE "RIVIERE ET ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
COUNT FOR RIV=1.AND.ALGPLA=1 TO C

STORE "PLANTES ET NUISANCES HYDRAULIQUES, QUALITE, ODEUR, COULEUR, LOISIR, NAVIGATIO
STORE "HYDROPHYTES" TO T
COUNT FOR HYDRO=1.AND.HYDR=1 TO A
COUNT FOR HYDRO=1.AND.QUAL=1 TO B
COUNT FOR HYDRO=1.AND.OD=1 TO C
COUNT FOR HYDRO=1.AND.COUL=1 TO D
COUNT FOR HYDRO=1.AND.LOISIR=1 TO E
COUNT FOR HYDRO=1.AND.NAV=1 TO F
STORE "ALGUES FILAMENTEUSES" TO T
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.HYDR=1 TO A
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.QUAL=1 TO B
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.OD=1 TO C
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.COUL=1 TO D
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.LOISIR=1 TO E
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.NAV=1 TO F
STORE "ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.HYDR=1 TO A
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.QUAL=1 TO B
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.OD=1 TO C
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.COUL=1 TO D
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.LOISIR=1 TO E
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.NAV=1 TO F

STORE "PLANTES ET USAGES: LOISIR, EAU POTABLE, IRRIGATION, PECHE, BAIGNADE" TO T
STORE "HYDROPHYTES" TO T
COUNT FOR HYDRO=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR HYDRO=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR HYDRO=1.AND.IRRIG=1 TO C
COUNT FOR HYDRO=1.AND.PECHE=1 TO D
COUNT FOR HYDRO=1.AND.AUTRES="BAIGNADE" TO E
STORE "ALGUES FILAMENTEUSES" TO T
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.IRRIG=1 TO C
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.PECHE=1 TO D
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.AUTRES="BAIGNADE" TO E
STORE "ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.LOIS=1 TO A
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.AEP=1 TO B
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.IRRIG=1 TO C
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.PECHE=1 TO D
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.AUTRES="BAIGNADE" TO E

STORE "CONTROLE ET PLANTES" TO T
STORE "HYDROPHYTES" TO T
COUNT FOR HYDRO=1.AND.FAUC=1 TO A
COUNT FOR HYDRO=1.AND.RECOLT=1 TO B
COUNT FOR HYDRO=1.AND.CHIM=1 TO C
COUNT FOR HYDRO=1.AND.BIO=1 TO D
COUNT FOR HYDRO=1.AND.BIO=2 TO E
STORE "ALGUES FILAMENTEUSES" TO T
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.FAUC=1 TO A
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.RECOLT=1 TO B
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.CHIM=1 TO C
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.BIO=1 TO D
COUNT FOR ALGFIL=1.AND.BIO=2 TO E
STORE "ALGUES PLANCTONIQUES" TO T
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.FAUC=1 TO A
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.RECOLT=1 TO B
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.CHIM=1 TO C
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.BIO=1 TO D
COUNT FOR ALGPLA=1.AND.BIO=2 TO E

STORE "CONTROLE ET EFFICACITE" TO T
STORE "FAUCARDAGE" TO T
COUNT FOR FAUC=1.AND.EFF=1 TO A
COUNT FOR FAUC=1.AND.EFF=2 TO B
COUNT FOR FAUC=1.AND.EFF=3 TO C
STORE "RECOLTE" TO T
COUNT FOR RECOLT=1.AND.EFF=1 TO A
COUNT FOR RECOLT=2.AND.EFF=2 TO B
COUNT FOR RECOLT=3.AND.EFF=3 TO C
STORE "CONTROLE CHIMIQUE" TO T
COUNT FOR CHIM=1.AND.EFF=1 TO A
COUNT FOR CHIM=1.AND.EFF=2 TO B
COUNT FOR CHIM=1.AND.EFF=3 TO C
STORE "CONTROLE BIOLOGIQUE" TO T
COUNT FOR BIO=1.AND.EFF=1 TO A
COUNT FOR BIO=2.AND.EFF=1 TO B
COUNT FOR BIO=1.AND.EFF=2 TO C
COUNT FOR BIO=2.AND.EFF=2 TO D
COUNT FOR BIO=1.AND.EFF=3 TO E
COUNT FOR BIO=2.AND.EFF=3 TO F

```